COMBIVERT

(D) **Programmierhandbuch** **H6/F6/P6**

Firmware 1.4

Mat. No.	Rev.
00H6NDA-0014	1B

Inhalt

1 Inhaltsverzeichnis

1 Inhaltsverzeichnis 3
2 Vorwort 13
2.1 Allgemeines 13
2.2 Gültigkeit und Haftung 13
2.3 Urheberrecht 14
2.4 Bestimmungsgemäßer Gebrauch 14
3 Motion Control 15
3.1 Statusmaschine 15
3.1.1 Steuerwort 18
3.1.2 Statuswort 19
3.1.3 Anzeige des aktuellen Status 20
3.1.4 Das Verhalten der Statusmaschine beeinflussen 20
3.2 Bremsenansteuerung (nicht für F6) 21
3.2.1 Funktionsweise 21
3.2.2 Eigenschaften der Bremsenansteuerung 22
3.2.3 Zeiten der Bremsenansteuerung 25
3.2.4 Status der Bremsenansteuerung 25
3.3 Ausnahmebehandlung 26
3.3.1 Fehler 26
3.3.1.1 Fehlerreaktionsrampe 30
3.3.1.2 Fehlereaktions-Eigenschaften 31
3.3.1.3 Fehlerreaktions-Momentengrenze 32
3.3.2 Warnungen 33
3.3.3 Schutzfunktionen 35
3.3.3.1 Überlast (OL) 35
3.3.3.2 Überlast Leistungshalbleiter (OL2) 36
3.3.3.3 Übertemperatur Kühlkörper (OH) 40
3.3.3.4 Übertemperatur Gerät (OHI) 41
3.3.3.5 Übertemperatur Motor (dOH) 41
3.3.3.6 Motorschutzschalter OH2 42
3.3.3.7 Feldbuswatchdog 45
3.3.3.8 Maximalstrom 46

Inhalt

3.3.3.9 effektive Motorauslastung 47
3.3.3.10 Maximale Beschleunigung bzw. Verzögerung 47
3.3.3.11 Überwachen der Drehzahdifferenz 48
3.3.3.12 Externe Fehler- / Warnungsauslösung 48
3.3.3.13 Fehler Unterspannung (UP) 49
3.3.3.14 Fehler Überdrehzahl (ERROR overspeed / ERROR overspeed (EMF)) 49
3.3.3.15 GTR7-Handling (nur für F6) 50
3.4 Betriebsarten 51
3.4.1 Betriebsart 1 : Profile position mode 52
3.4.1.1 Rampen im Profile position mode 53
3.4.1.2 Grenzen 53
3.4.1.3 Einzelpositionierung (single set-point) 54
3.4.1.4 Multipositionierung (Set of set-points) 54
3.4.1.5 Neustart in einer Positionierung (Change set immediately) 55
3.4.1.6 Schleppfehler 55
3.4.1.7 Ziel erreicht 56
3.4.1.8 Index Posititionierung (nur F6) 56
3.4.1.9 Rundtisch-Positionierung 58
3.4.2 Betriebsart 2 : Velocity mode 61
3.4.2.1 Vorgabe mit höherer Auflösung 62
3.4.2.2 Zieldrehzahlbegrenzung 62
3.4.2.3 Rampengenerator 63
3.4.3 Betriebsart 6 : Homing mode 69
3.4.3.1 Homing Offset 69
3.4.3.2 Digital Inputs 70
3.4.3.3 Solldrehzahlen und Rampen 70
3.4.3.4 Homing methods 71
3.4.4 Betriebsart 8 : Cyclic synchronous position mode 76
3.4.5 Betriebsart 9: Cyclic synchronous velocity mode 80
3.4.6 Betriebsart 10: Cyclic synchronous torque mode 83
3.4.7 Betriebsartenunabhängige Funktionen 83
3.4.7.1 Systeminvertierung 83
3.4.7.2 Momentenvorsteuerung aus Spline-Interpolator / Rampengenerator 83

3.4.7.3 Applikationsspezifische Momentenbegrenzung 84
3.4.7.4 Betriebsartenumschaltung 85
3.5 Synchronisation 86
4 Anzeigeparameter 87
4.1 Übersicht 87
4.2 Drehzahlanzeigen 89
4.3 Positionsanzeigen 90
4.4 DC – Zwischenkreisanzeigen 90
4.5 Stromanzeigen 90
4.6 Momentenanzeigen 91
4.7 Betriebsstundenzähler und Fehlerzähler 91
4.7.1 Real time clock 91
4.7.2 Betriebsstundenzähler 91
4.7.3 System-Counter 91
4.7.4 Fehlerzähler 92
4.7.5 Fehlerspeicher 92
4.8 Umrichterdaten 92
4.8.1 production code 93
4.8.2 Gerätetyp, Softwareversion und -datum 94
4.8.3 Leistungsteil-Identifikation 95
4.8.4 Temperaturerfassung (nur F6) 96
4.8.5 Seriennummern 97
4.8.6 Safety-Type (nur H6) 97
5 Motor Control 98
5.1 Interface zum Geber 98
5.1.1 Statusparameter des Geberinterface und des Gebers 98
5.1.2 Vorgabe Gebertyp 99
5.1.3 Anzeige erkannter Gebertyp 99
5.1.4 Parameter für die Gebereinstellung 101
5.1.5 Fehler- und Warnmeldungen 104
5.1.5.1 Fehler- und Warnmeldungen des Interfaces 104
5.1.5.2 Fehler- und Warnmeldungen vom Geber 107
5.1.6 Daten im Geber speichern 108

Inhalt

5.1.6.1 Format für die Daten im Geber 109
5.1.7 Geber-Seriennummer 110
5.1.7.1 Speichern der Geber-Seriennummer 110
5.1.7.2 Prüfung auf Austausch des Gebers 110
5.2 Motorparametrierung 111
5.2.1 Allgemeines 111
5.2.2 Asynchronmotor 112
5.2.2.1 Typenschilddaten 112
5.2.2.2 Ersatzschaltbilddaten 113
5.2.2.3 Applikationsspezifische Daten 114
5.2.2.4 Motorschutz 115
5.2.2.5 Schnell-Inbetriebnahme eines Asynchronmotors 115
5.2.3 Synchronmotor 120
5.2.3.1 Typenschilddaten 120
5.2.3.2 Ersatzschaltbilddaten 120
5.2.3.3 Applikationsspezifische Daten 121
5.2.3.4 Motorschutz 123
5.2.3.5 Systemoffset 124
5.2.3.6 Rotorlageerfassung im Betrieb bei SCL (hf injection) 129
5.2.3.7 Schnell-Inbetriebnahme eines Synchronmotors 130
5.2.4 Strukturübersicht 134
5.2.5 Magnetisierungsstrom 138
5.2.5.1 Magnetisierungsstrom Asynchronmotor 138
5.2.5.2 d-Stromkomponente Synchronmotor 139
5.2.6 Stromregelung 142
5.2.7 Mess- / Modellströme 144
5.2.7.1 Regeln auf Modellströme 144
5.2.7.2 Beobachter 144
5.2.7.3 Softwarefilter 144
5.2.7.4 Entkopplung 145
5.2.8 Maximalstrom 146
5.2.9 Feldschwächung 147
5.2.9.1 Synchronmotor 147

5.2.9.2 Asynchronmotor 148
5.2.9.3 Maximalspannung 148
5.2.9.4 Grenzkennlinie 152
5.2.9.5 Anpassung der Grenzkennlinie 154
5.2.10 Flussregler (ASM) 158
5.2.11 Adaption 159
5.2.12 Sättigungskennlinie (SM) 160
5.2.12.1 Festlegung der Sättigungskennlinie 160
5.2.12.2 Auswirkung der Sättigungskennlinie 162
5.2.13 Rastmoment Kompensation (SM) 163
5.2.14 Controlmodus (mit Geber / Geberlos) 164
5.2.14.1 Spannungs-Frequenz Betrieb 164
5.2.14.2 Betrieb mit Geber ohne Motormodel 166
5.2.14.3 Betrieb mit Geber mit Motormodel 166
5.2.14.4 Betrieb ohne Geber mit Motormodel 166
5.2.15 Model Control (ASM und SM) 167
5.2.15.1 Modelabschaltung 167
5.2.15.2 Grenzen für Drehzahlschätzregler 169
5.2.15.3 Stabilisierungs- / Stillstandsstrom (nur SCL) 170
5.2.15.4 Modellstabilisierungstherm 171
5.2.16 Zwischenkreisspanungskompensation 172
5.2.17 Identifikation 173
5.2.17.1 Funktion 173
5.2.17.2 Ständerwiderstand dr17 175
5.2.17.3 ASM Rotorwiderstand dr18 175
5.2.17.4 ASM Hauptinduktivität dr19 (im Leerlauf) 175
5.2.17.5 EMK Identifikation (im Leerlauf) 176
5.2.17.6 SM Induktiviät 177
5.2.17.7 Totzeitkennlinie 177
5.2.17.8 Mögliche Fehlermeldungen 178
5.2.18 Totzeitkompensation 179
5.2.18.1 Modus „e-function“: 179
5.2.18.2 Modus „ident“: 179

Inhalt

5.2.18.3 Modus „fill tab with e-function“: 179
5.2.19 Schaltfrequenz 180
5.2.19.2 Derating 181
5.2.20 Stromoffsetabgleich 181
5.2.21 Sinusfilter 182
5.2.21.1 Inbetriebnahme-Hinweise 182
5.2.21.2 Voraussetzungen für den Betrieb eines Sinusfilter 182
5.2.21.3 Parametrierung 182
5.3 Drehzahlregler 185
5.3.1 Pi-Drehzahlregler 186
5.3.2 Variabler Proportionalfaktor (cs03, cs04) 188
5.3.3 Variabler Integralfaktor 189
5.3.4 Drehzahlregleranpassung über Prozessdaten 189
5.3.5 Ermittlung des Massenträgheitsmomentes 190
5.3.6 Drehzahlregler PT1 Ausgangsfilter 192
5.3.7 Momenten-Vorsteuerung 192
5.3.7.1 Momentenvorsteuerung Modus 193
5.3.7.2 Momentenvorsteuerung Durchgriff 194
5.3.7.3 Momentenvorsteuerung Glättung 194
5.3.7.4 Nicht lineare Momentenvorsteuerung 195
5.3.8 Drehzahlsollwertverzögerung 198
5.4 applikationsabhängige Momentengrenzen 200
5.5 Lageregelung 202
5.5.1 Positionswerte 202
5.5.1.1 Auflösung der Positionswerte 203
5.5.1.2 Software-Positionsgrenzen 203
5.5.1.3 Positions-Wertebereichsgrenzen 203
5.5.1.4 Überwachung der Wertebereiche 204
5.5.2 Lageregler 204
5.5.2.1 P - Regler 205
5.5.2.2 Lageregler-Quelle 205
5.5.2.3 Lageregler-Getriebefaktor 206
5.5.3 Zyklische Referenzierung 206

5.5.4 Schleppfehler 206
5.6 Struktur Lage- / Drehzahlregelung 207
6 I/O-Funktionen 208
6.1 Digitale Eingänge 208
6.1.1 Übersicht 208
6.1.2 Klemmenstatus 209
6.1.3 Auswahl der Eingangsquelle 210
6.1.4 Externe Vorgabe des Eingangsstatus 210
6.1.5 Invertierung des Status der digitalen Eingänge 211
6.1.6 Time Stamp Function (nur bei H6) 211
6.1.7 Controlword / Index-Funktionen der digitalen Eingänge (nur F6) 212
6.2 Digitale Ausgänge 213
6.2.1 Übersicht 213
6.2.2 Interne digitale Ausgänge 214
6.2.3 Auswahl der Quelle für die digitalen Ausgänge 214
6.2.4 Externe Vorgabe des Ausgangsstatus 216
6.2.5 Invertierung des Status der digitalen Ausgänge 216
6.2.6 Die Komparatorstufe 217
6.2.6.1 Übersicht 217
6.2.6.2 Operandenauswahl 219
6.2.6.3 Operatoren 220
6.2.6.4 Konstante Vergleichspegel 221
6.2.6.5 Hysterese 221
6.2.6.6 Filter 222
6.2.7 Bildung der internen Ausgänge aus den Flags 222
6.3 Analoge Eingänge (nur F6) 224
6.3.1 Übersicht 224
6.3.2 Schnittstellenauswahl 224
6.3.3 Eingangsstufe der Analogeingänge 225
6.3.4 Berechnen von REF und AUX 226
6.3.5 Mapping von REF und AUX 227
7 Kommunikationsfunktionen 228
7.1 Parametrierdaten 228

Inhalt

7.1.1 Darstellung von Parametrierdaten in COMBIVIS 6 229
7.2 Feldbus-Systeme EtherCAT / VARAN 230
7.2.1 Prozessdaten 230
7.2.1.1 Abbildung über KEB Parameter 230
7.2.1.2 Abbildung über CanOpen Objekte (für alle Feldbussysteme) 232
7.2.2 EtherCAT Diagnose und Timing 232
7.2.2.1 Diagnosezellen des EtherCAT Cores (Hardware) 232
7.2.2.2 Zeitmessung EtherCAT Frame <=> Sync Impuls 233
7.2.2.3 Applikationsfehlerzähler 234
7.2.3 EtherCAT Diagnoseassistent 234
7.3 Feldbussystem CAN 235
7.4 COMBIVIS 6 Prozessdatenassistenten 235
7.4.1 Prozessdatenassistent für VARAN 235
7.4.2 Prozessdatenassistent für EtherCAT / CAN 236
7.5 Daten nichtflüchtig speichern 237
7.5.1 Antriebsparametrierung zurücksetzen 240
7.5.1.1 Reset auslösen 241
7.5.1.2 Reset auslösen in Downloadlisten 241
7.5.2 Prüfsumme 241
8 Doppelachs Modul 243
8.1 Motoranschluss mit PTC oder KTY 243
8.2 Anschlüsse des Geberinterfaces 243
8.3 Eingänge und Ausgänge 244
8.4 Sicherheitsmodul 244
8.5 Prozessdaten 244
8.5.1 Zusätzliche Objekte im DAM 246
9 P6 247
9.1 Unterschiede im Kapitel Motion Control 247
9.1.1 Kapitel Bremsenansteuerung 247
9.1.2 Kapitel Ausnahmebehandlung 248
9.1.2.1 Schutzfunktion Encoder Überwachung 251
9.1.3 Betriebsarten 251
9.1.4 Kapitel Synchronisation 251

9.2 Unterschiede im Kapitel Motor Control 251
9.2.1 Kapitel Drehzahlerfassung 251
9.2.2 Kapitel Motorparametrierung 251
9.3 Unterschiede im Kapitel I/O-Funktionen 251
9.3.1 Digitale Eingänge 251
9.3.2 Digitale Ausgänge 253
9.3.3 Analoge Eingänge 254
9.4 Unterschiede im Kapitel Kommunikationsfunktionen 254
9.4.1 Prozessdaten 254
9.4.2 Parametrierdaten 255
9.5 Notfahrt 255
9.5.1 Parameter 255
9.5.2 Funktion 256
9.6 Drehzahlerfassung 257
9.6.1 Statusparameter des Geberinterface und des Gebers 257
9.6.2 Vorgabe Gebertyp 257
9.6.3 Anzeige erkannter Gebertyp 258
9.6.4 Umschaltung der Spannungsversorgung für Kanal 1 258
9.6.5 Parameter für die Gebereinstellung 259
9.6.6 Fehlermeldungen 261
9.7 Betrieb mit DC-Motor 263
9.7.1 Ströme ohne Transformation 263
9.7.2 Neue Parameter 264
9.7.2.1 Istmoment ru24 264
9.7.2.2 Ausgangsspannung ru16 264
9.7.2.3 Ankerspannung ru38 264
9.7.2.4 Stromregler 264
9.7.2.5 ds65 Feldstrom 265
9.7.2.6 ds66 isq Pt1-time 265
9.7.2.7 ds67 isd Pt1-time 265
9.7.2.8 Feldschwächung 265
9.7.2.9 co05 encoder swapping 265
9.7.2.10 Betrieb ohne Geber mit Motormodell 266

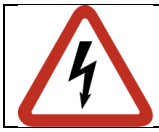
Inhalt

9.7.2.11 2 Schalter Modulation 266
9.7.3 Einschränkungen für DC-Umrichter 266
9.7.3.1 Spannungslimitierung 266
9.7.3.2 Überlastverhalten 267
9.8 Analoge Eingänge 267
9.9 Parameter des Leistungsteils 268
9.9.1 Status- und Steuerwort 268
9.9.2 Ladeeinheit 269
9.9.3 Hochvoltbremse 269
9.9.4 Überwachung der Netzspannung und Eingangsphasen 270
9.9.5 Anzeigeparameter 270
9.9.6 Ansteuerung des Bremstransistors 271
10 S6 272
10.1 Analoge Ausgänge 272
11 Sonstiges 273
11.1 Manueller Abgleich des Antriebs 273
11.2 Stromerfassung 273
11.3 Uic-Erfassung 273
12 Änderungshistorie 274

2 Vorwort

2.1 Allgemeines

Zuerst möchten wir Sie als Kunden der Karl E. Brinkmann GmbH begrüßen und Ihnen zum Erwerb des vorliegenden Produktes gratulieren. Sie haben sich für ein Produkt auf höchstem technischem Niveau entschieden.
Die beschriebene Hard- und Software sind Entwicklungen der Karl E. Brinkmann GmbH. Die beigefügten Unterlagen entsprechen dem bei Drucklegung gültigem Stand. Druckfehler, Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.
Die Anleitung muss jedem Anwender zugänglich gemacht werden. Vor jeglichen Arbeiten muss sich der Anwender mit dem Gerät vertraut machen. Darunter fällt insbesondere die Kenntnis und Beachtung der Sicherheits- und Warnhinweise. Die in dieser Anleitung verwendeten Piktogramme entsprechen folgender Bedeutung:

	Gefahr Warnung Vorsicht	Wird verwendet, wenn Leben oder Gesundheit des Benutzers gefährdet sind oder erheblicher Sachschaden auftreten kann.

	Achtung unbedingt beachten	Wird verwendet, wenn eine Maßnahme für den sicheren und störungsfreien Betrieb erforderlich ist.

	Information Hilfe Tipp	Wird verwendet, wenn eine Maßnahme die Handhabung oder Bedienung des Gerätes vereinfacht.

Die Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise führt zum Verlust jeglicher Schadensersatzansprüche. Die angeführten Warn- und Sicherheitshinweise bieten keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

2.2 Gültigkeit und Haftung

Die Verwendung unserer Geräte in den Zielprodukten erfolgt außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegt daher ausschließlich im Verantwortungsbereich des Maschinenherstellers.
Die in den technischen Unterlagen enthaltenen Informationen, sowie etwaige anwendungsspezifische Beratung in Wort, Schrift und durch Versuche, erfolgen nach bestem Wissen und Kenntnissen über die Applikation. Sie gelten jedoch nur als unverbindliche Hinweise. Dies gilt auch in Bezug auf eine etwaige Verletzung von Schutzrechten Dritter.
Eine Auswahl unserer Produkte im Hinblick auf ihre Eignung für den beabsichtigten Einsatz hat generell durch den Anwender zu erfolgen.
Prüfungen und Tests können nur im Rahmen der Applikation vom Maschinenhersteller erfolgen. Sie sind zu wiederholen, auch wenn nur Teile von Hardware, Software oder die Geräteeinstellung modifiziert worden sind.
Unbefugtes Öffnen und unsachgemäße Eingriffe können zu Körperverletzungen bzw. Sachschäden führen und haben den Verlust der Gewährleistung zur Folge. Originalersatzteile und

vom Hersteller autorisiertes Zubehör dienen der Sicherheit. Die Verwendung anderer Teile hebt die Haftung für die daraus entstehenden Folgen auf.
Der Haftungsausschluss gilt insbesondere auch für Betriebsunterbrechungsschäden, entgangenen Gewinn, Datenverlust oder sonstige Folgeschäden. Dies gilt auch, wenn wir vorab auf die Möglichkeit solcher Schäden hingewiesen worden sind.
Sollten einzelne Bestimmungen nichtig, unwirksam oder undurchführbar sein oder werden, so wird hiervon die Wirksamkeit aller sonstigen Bestimmungen oder Vereinbarungen nicht berührt.

2.3 Urheberrecht

Der Kunde darf die Betriebsanleitung sowie weitere gerätebegleitenden Unterlagen oder Teile daraus für betriebseigene Zwecke weiterverwenden. Die Urheberrechte liegen bei KEB und bleiben auch in vollem Umfang bestehen.

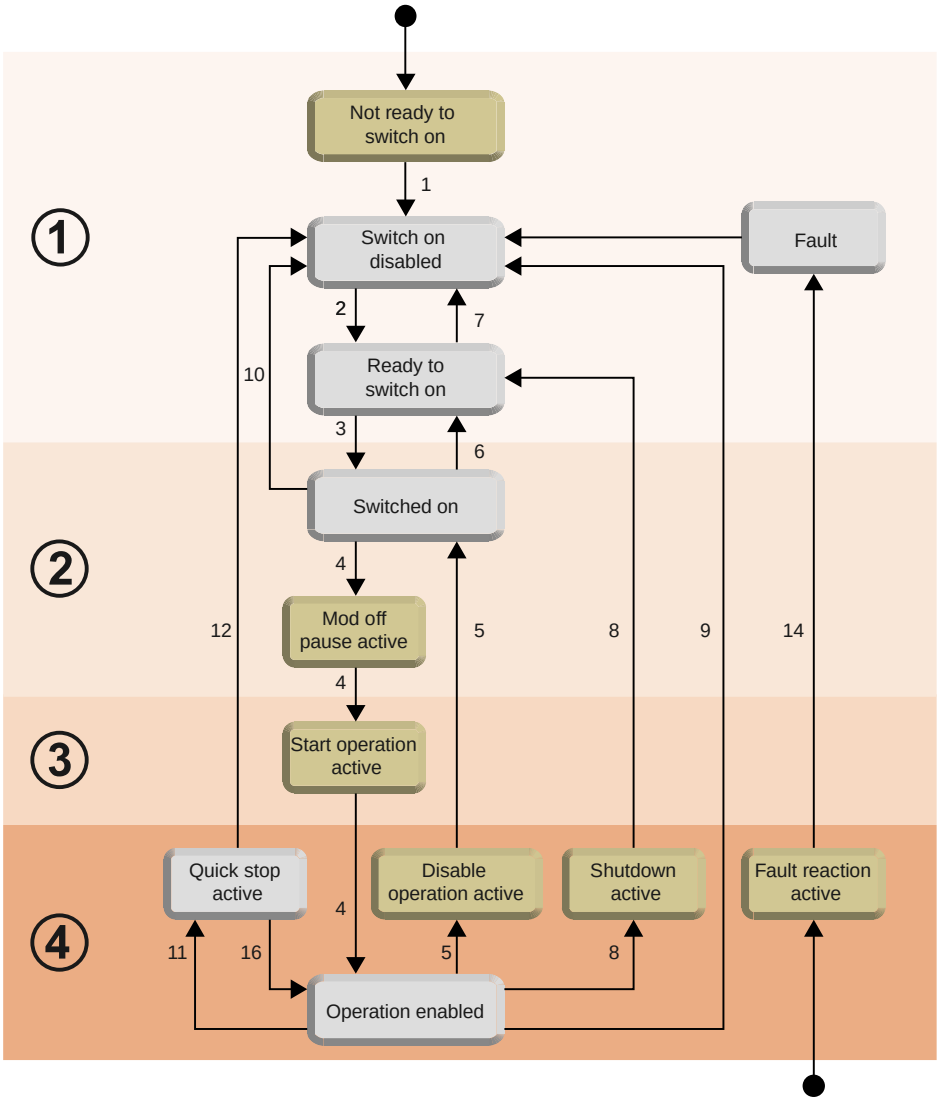
2.4 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der COMBIVERT dient ausschließlich zur Steuerung und Regelung von Drehstrommotoren. Der Betrieb anderer elektrischer Verbraucher ist untersagt und kann zur Zerstörung der Geräte führen. Frequenzumrichter sind Komponenten, die zum Einbau in elektrische Anlagen oder Maschinen bestimmt sind.
Die bei KEB eingesetzten Halbleiter und Bauteile sind für den Einsatz in industriellen Produkten entwickelt und ausgelegt. Wenn das Produkt in Maschinen eingesetzt wird, die unter Ausnahmebedingungen arbeiten, lebenswichtige Funktionen, lebenserhaltende Maßnahmen oder eine außergewöhnliche Sicherheitsstufe erfüllen, ist die erforderliche Zuverlässigkeit und Sicherheit durch den Maschinenbauer sicherzustellen und zu gewährleisten. Der Betrieb unserer Produkte außerhalb der in den technischen Daten angegebenen Grenzwerte führt zum Verlust jeglicher Schadensersatzansprüche.

3 Motion Control

3.1 Statusmaschine

Die Statusmaschine stellt Informationen über den aktuellen Betriebszustand des Antriebes bereit und beschreibt, wie der Wechsel zwischen den Betriebszuständen erfolgen kann.
Die Statusmaschine wird über co00 controlword sowie interne Ereignisse (z.B. das Auftreten eines Fehlers) gesteuert. Der aktuelle Zustand wird über st00 statusword angezeigt. Der aktuelle Status kann zusätzlich über st12 state machine display ermittelt werden.
Das folgende Blockschaltbild stellt die Zustandsmaschine dar. Die Zustände sind auch in der deutschsprachigen Dokumentation mit ihren englischen Originalbezeichnungen versehen, da diese sich weitgehend auch im deutschsprachigen Raum durchgesetzt haben.



Legende

① Steuerung A:

24V Steuerspannung liegt an; Spannung Leistungsteil kann anliegen

② Leistung B:

Spannung Leistungsteil liegt an; kein Drehmoment am Motor

③ Leistung B:

Spannung Leistungsteil liegt an; Drehmoment kann anliegen (Flussaufbau, Drehzahlsuche, etc.)

④ Drehmoment C:

Drehmoment am Motor

Statusmaschine

Not ready to switch on:
Nach dem Einschalten der Steuerspannung (Initialisierung der Steuerungs-Hard- und Software) wird dieser Status durchlaufen. Nach Abschluss der Initialisierung wechselt das Gerät selbstständig in den Status **Switch on disabled.**

Switch on disabled:
Der Status Switch on disabled wird erreicht, wenn:

- Die Initialisierung abgeschlossen ist (1).
- Ein Fehlerreset erfolgreich durchgeführt wurde (15).
- Das Bit **Enable voltage** im co00 controlword auf 0 gesetzt wird (9,10).
- Die Reglerfreigabe (Freigabe am Sicherheitsmodul) nicht vorgegeben wird (9,10).
- Die Aufladung des Zwischenkreises nicht abgeschlossen ist (Supply Error Chain).

Ready to switch on:
Der Status Ready to switch on wird erreicht, wenn:

- Im Status **Switch on disabled** das Bit **Enable voltage** auf 1 gesetzt wird (2).
- Im Status **Switched on** das Bit **Switch on** auf 0 gesetzt wird (6).
- Im Status **Operation enabled** das Bit **Switch on** auf 0 gesetzt wird (8).

Das Verhalten des Überganges 8 kann über Parameter beeinflusst werden.
Siehe auch: **Das Verhalten der Statusmaschine beeinflussen.**

Switched on:
Der Status Switched on wird erreicht wenn:

- Im Status **Ready to switch on** das Bit **Switch on** auf 1 gesetzt wird (3).
- Im Status **Operation enabled** das Bit **Enable operation** auf 0 gesetzt wird (5).

Der Status Switched on kann nur erreicht werden, wenn Spannung am Leistungsteil anliegt.
Das Verhalten des Überganges 5 kann über Parameter beeinflusst werden. Siehe auch: **Das Verhalten der Statusmaschine beeinflussen.**

Mod off pause active:
Dieser Status wird erreicht wenn:

- Im Status **Switched on** das Bit **Enable operation** auf 1 gesetzt wird (4).

Wenn die Mindestausschaltzeit des Gerätes abgelaufen ist, wechselt der Antrieb in den Zustand **Start operation active**.

Start operation active:
Dieser Status wird erreicht wenn:

- Im Status **Switched on** das Bit **Enable operation** auf 1 gesetzt wird (4) und die Mindestausschaltzeit des Gerätes abgelaufen ist.

Im Zustand **Start operation active** werden vom Antrieb die Operationen durchgeführt, die zum Start der Antriebsregelung erforderlich sind. Welche Operationen ausgeführt werden, hängt vom verwendeten Motortyp, dem Regelungsmodus und der applikationsabhängigen Parametrierung des Gerätes ab.
Mögliche Funktionen sind:

- Aufbau des Magnetflusses (Asynchronmaschine) Ermittlung der Rotorlage (Geberlose Regelverfahren) etc...

Nach Abschluss dieser Funktionen wechselt der Antrieb in den Zustand **Operation enabled**.

Operation enabled:
Der Status Operation enabled wird erreicht wenn:

- Im Status **Switched on** das Bit **Enable operation** auf 1 gesetzt wird (4) und sowohl die Mindestausschaltzeit abgelaufen ist, als auch die Startoperationen durchgeführt wurden.

Quick stop active:
Der Status Quick stop active wird erreicht wenn:

- Quick stop wird aktuell nicht unterstützt. Das entsprechende Bit **no Quick stop** im Steuerwort wird ignoriert.

Fault reaction active:
Der Status Fault reaction active wird erreicht wenn:

- Ein Fehler auftritt.

Welche Reaktion auf einen Fehler folgt, lässt sich über Parameter beeinflussen.
Siehe auch: **Das Verhalten der Statusmaschine beeinflussen.**

Fault:
Der Status Fault wird erreicht wenn:

- Die Fehlerreaktion abgeschlossen ist.

3.1.1 Steuerwort

Über das Objekt co00 controlword werden Statuswechsel der **Statusmaschine** angefordert. Auf das Steuerwort kann über zwei Adressen zugegriffen werden:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2500	co00	controlword	KEB spez. Objekt
0x6040			CiA402 Objekt

Das Steuerwort enthält folgende Bits:

co00	controlword	**0x2500**
Bit	Name	Bemerkung
0	Switch on	Kommando zum Statuswechsel (siehe unten)
1	Enable voltage	Kommando zum Statuswechsel (siehe unten)
2	no Quick stop	Quick stop wird nicht unterstützt, dieses Bit wird ignoriert
3	Enable operation	Kommando zum Statuswechsel (siehe unten)
4..6		Bedeutung ist abhängig von der Betriebsart
7	Fault reset	Kommando zum Statuswechsel (siehe unten)
8	Halt	Halt wird nicht unterstützt, dieses Bit wird ignoriert
9		Bedeutung ist abhängig von der Betriebsart
10	reserviert	
11..14		Herstellerspezifisch, ohne Funktion
15	Open brake	Herstellerspezifisch, 1 öffnet die Motorbremse (abhängig von co21 brake control mode)

Verwendung der Bits 0-3 und 7 für Kommandos zum Statuswechsel:

Kommando	**Bits im Steuerwort**					**Übergang**
	Fault reset	Enable operation	Quick stop	Enable voltage	Switch on	
Shutdown	0	x	1	1	0	2,6,8
Switch on	0	0	1	1	1	3
Disable voltage	0	x	x	0	x	7,9,10,12
Quick stop	0	x	0	1	x	7,10,11
Disable operation	0	0	1	1	1	5
Enable operation	0	1	1	1	1	4,16
Fault reset	↑	x	x	x	x	15

3.1.2 Statuswort

Über das Objekt Statuswort wird der aktuelle Zustand der **Statusmaschine** angezeigt.
Auf das Statuswort kann über 2 Adressen zugegriffen werden:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2100	st00	statusword	KEB spez. Objekt
0x6041			CiA402 Objekt

Das Statuswort enthält folgende Bits:

st00	statusword	0x2100
Bit	Name	Bemerkung
0	ready to switch on	Anzeige des aktuellen Status (siehe unten)
1	switched on	Anzeige des aktuellen Status (siehe unten)
2	operation enabled	Anzeige des aktuellen Status (siehe unten)
3	fault	1 = Fehler
4	voltage enabled	1 = Betriebsspannung im Leistungskreis OK
5	no quick stop	Quick stop wird nicht unterstütz, immer 0
6	switch on disabled	Anzeige des aktuellen Status (siehe unten)
7	warning	1 = Es liegt eine Warnung vor
8	synchron	Herstellerspezifisch, 1 = Antriebsregelung synchron zum Feldbus
9	remote	1 = Antrieb wird über Bus angesteuert
10	target reached	1 = Zielposition, Zieldrehzahl erreicht
11	internal limit active	1 = Interne Begrenzungen *)
12	op. mode spec. 12	
13	op. mode spec. 13	
14	manufacturer spec. 14	
15	manufacturer spec. 15	

*) der Drehzahlreglersollwert erreicht die Momenten- bzw. Stromgenze

Ermittlung des aktuellen Zustandes der Statusmaschine aus dem Statuswort:

statusword	Zustand der Statusmaschine
xxxx xxxx x0xx 0000	Not ready to switch on
xxxx xxxx x1xx 0000	Switch on disabled
xxxx xxxx x01x 0001	Ready to switch on
xxxx xxxx x01x 0011	Switched on
xxxx xxxx x01x 0111	Operation enabled
xxxx xxxx x00x 0111	Quick stop active
xxxx xxxx x0xx 1111	Fault reaction active
xxxx xxxx x0xx 1000	Fault

3.1.3 Anzeige des aktuellen Status

Statt die Bits des Statuswortes auszuwerten kann der aktuelle Zustand der Statusmaschine auch direkt gelesen werden.

Index	Id-Text	Name	Bemerkung
0x210C	st12	state machine display	KEB spez. Objekt

Die Bedeutung der Werte von st12:

st12	state machine display	0x210C
Wert	Status	Bemerkung
0	Initialization	Die detaillierte Beschreibung der einzelnen Zustände der Statusmaschine und die Art der Übergänge befindet sich in Kapitel 3.1 Statusmaschine.
1	Not ready to switch on	
2	Switch on disable	
3	Ready to switch on	
4	Switched on	
5	Operation enabled	
6	Quick stop active	
7	Fault reaction active	
8	Fault	
9	Shutdown reaction active	
10	Disable operation active	
11	Start operation active	
12	Mod off pause active	

3.1.4 Das Verhalten der Statusmaschine beeinflussen

Über den Parameter co32 state machine properties lässt sich das Verhalten der Statusmaschine beeinflussen.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2520	co32	state machine properties	KEB spez. Objekt

Der Parameter enthält folgende Bits:

co32	state machine properties		0x2520
Bit	Funktion	Wert	Klartext
0	Shutdown mode	0	Direkter Wechsel nach Ready to switch on
		1	Verzögerung an der Rampe (Auswahl Bit 4…5)
1	Disable operation mode	0	Direkter Wechsel nach Switched on
		2	Verzögerung an der Rampe (Auswahl Bit 6…7)
2	Fault reaction mode	0	Bei Auftreten eines Fehlers direkter Wechsel in Zustand Fault
		4	Fehlerreaktion abhängig von Fehler und Einstellung
3	Enable operation mode	0	Übergang 4 wenn das Bit Enable operation gleich 1
		8	Übergang 4 bei positiver Flanke von Enable operation
4…5	Shutdown ramp mode	0	Fehlerreaktionsrampe (pn45 … pn60)
		16	Standard Rampe (co48 … co60)
		32, 48	Reserviert
6…7	Disable operation ramp mode	0	Fehlerreaktionsrampe (pn45 … pn60)
		64	Standard Rampe (co48 … co60)
		128, 192	Reserviert

3.2 Bremsenansteuerung (nicht für F6)

Die Beschreibung des Bremsenhadlings für P6 wird in Kapitel 9 ergänzt.

3.2.1 Funktionsweise

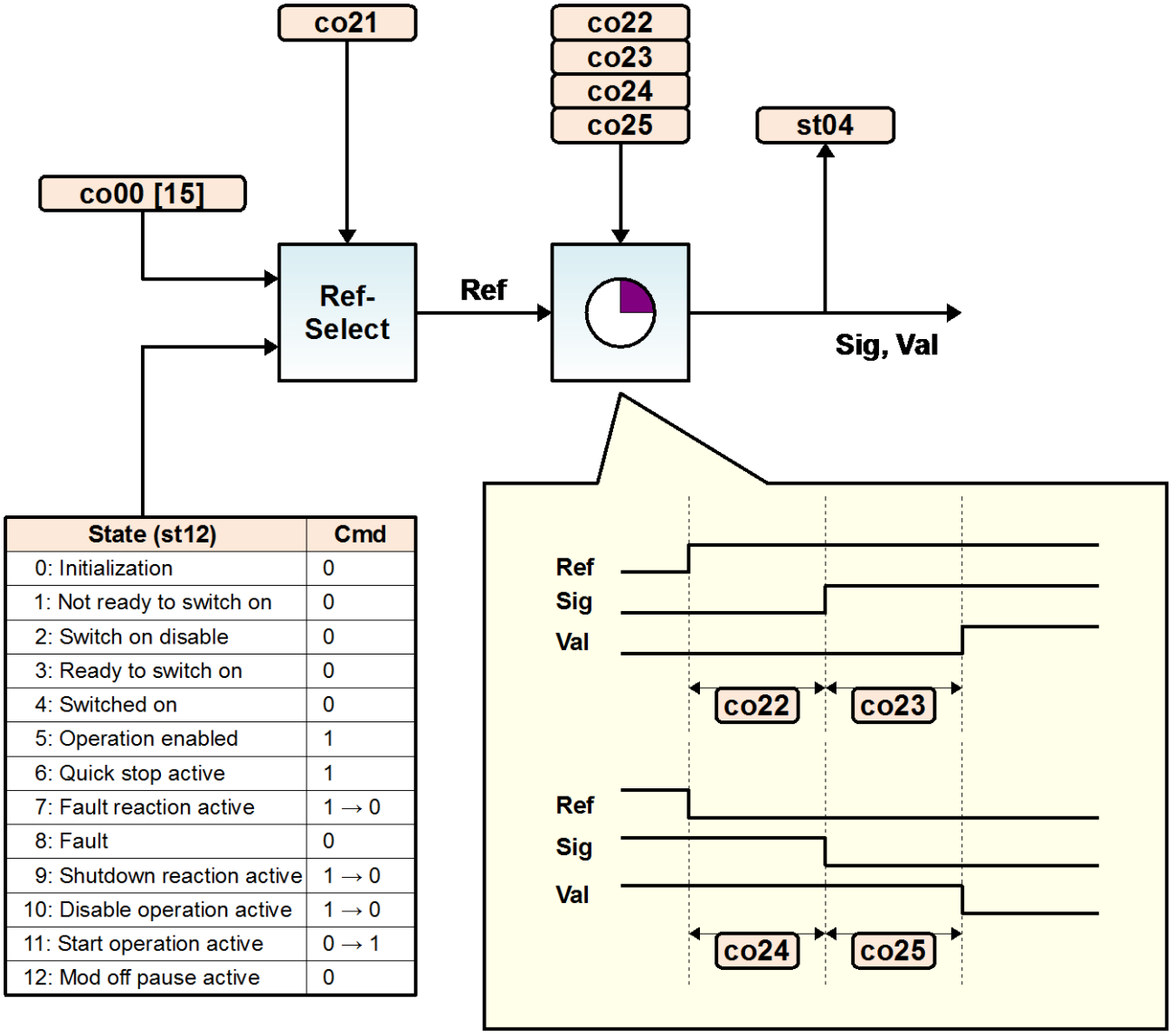
Die Bremsenansteuerung besteht im Wesentlichen aus zwei Funktionsblöcken.

Im ersten Funktionsblock wird der Sollzustand der Ansteuerung (Ref) aus den verschiedenen Eingangsquellen generiert. Als Eingangsquellen stehen das Bit 15 des Steuerwortes sowie die CIA402 Statusmaschine zur Verfügung.

Im zweiten Funktionsblock werden die Verzögerungszeiten angewendet und daraus das Ansteuersignal der Bremse (Sig) sowie der angenommene Zustand der Bremse (Val) erzeugt.

Diese Werte können über den st04 brake ctrl status angezeigt werden.

Bremsenansteuerung (nicht für F6)



State (st12)	Cmd
0: Initialization	0
1: Not ready to switch on	0
2: Switch on disable	0
3: Ready to switch on	0
4: Switched on	0
5: Operation enabled	1
6: Quick stop active	1
7: Fault reaction active	1 → 0
8: Fault	0
9: Shutdown reaction active	1 → 0
10: Disable operation active	1 → 0
11: Start operation active	0 → 1
12: Mod off pause active	0

3.2.2 Eigenschaften der Bremsenansteuerung

Die Bildung des Sollwertes der Bremsenansteuerung wird über das Objekt co21 brake ctrl mode gesteuert.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2515	co21	brake ctrl mode	Eigenschaften der Bremsenansteuerung

co21	brake ctrl mode			0x2515
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkung
0...3	mode	0	controlword	Bit15 im Steuerwort steuert die Bremse
		1	application	CIA402 Statusmaschine steuert die Bremse
		2	controlword open dominant	Open Kommando im Steuerwort übersteuert Applikation
		3	controlword close dominant	Close Kommando im Steuerwort übersteuert Applikation
		4..15		Reserviert
4	channel select	0	channel off	Bremsenansteuerung deaktiviert
		16	channel on	Bremsenansteuerung aktiviert
5	state change delay	0	sc delay off	Statusmaschine wartet nicht auf Zustands-änderung der Bremsenansteuerung
		32	sc delay on	Statusmaschine wartet auf Zustandsänderung der Bremsenansteuerung

Bei Mode = 0 wird Bit 15 des co00 Steuerwortes als Sollwert für die Bremsenansteuerung verwendet. Der Zustand der Statusmaschine (Cmd) wird nicht ausgewertet.

Bei Mode = 1 wird der Wert (Cmd) der Statusmaschine als Sollwert der Bremsenansteue-rung verwendet. Das Steuerwort wird nicht ausgewertet.

Bei Mode = 2 wird der Wert (Cmd) der Statusmaschine verwendet, eine 0 in Bit 15 des Steuerwortes setzt den Sollwert (Ref) aber immer zu 0.

Bei Mode = 3 wird der Wert (Cmd) der Statusmaschine verwendet, eine 1 in Bit 15 des Steuerwortes setzt den Sollwert (Ref) aber immer zu 1.

Über das Bit 4 wird die Bremsenansteuerung direkt auf dem Sicherheitsmodul aktiviert bzw. deaktiviert. Wenn keine Bremse verwendet wird, sollte der Kanal deaktiviert werden.
Dies deaktiviert auch die Fehlerüberwachung der Bremsenansteuerung auf dem Sicherheits-modul und verhindert Fehlauslösungen aufgrund von Störungen, die über die offene Brem-senleitung eingekoppelt werden können.

	Damit die Bremse vollautomatisch vom Antrieb gesteuert werden kann, müssen Zu-standswechsel der CIA402 Statusmaschine verzögert werden, bis die Bremse den erforderlichen Zustand erreicht hat. Um dieses Verhalten zu aktivieren, muss Bit 5 gesetzt werden.

Bremsenansteuerung (nicht für F6)

Folgende Zustandswechsel werden verzögert:

Zustandswechsel	Beschreibung
start operation active ↓ operation enabled	Im Zustand „start operation active“ wird die Modulation freigegeben und Drehzahl = 0 vorgegeben. Anschließend wird der Sollwert der Bremsenansteuerung (CMD) auf 1 gesetzt. Nachdem der angenommene Zustand der Bremse (Val) den Wert 1 (Bremse geöffnet) erreicht hat, wechselt die Zustandsmaschine nach „Operation enabled“.
shutdown operation active ↓ ready to switch on	Im Zustand „shutdown operation active“ wird die Drehzahl auf 0 heruntergeführt. Anschließend wird der Sollwert der Bremsenansteuerung (CMD) auf 0 gesetzt. Nachdem der angenommene Zustand der Bremse (Val) den Wert 0 (Bremse geschlossen) erreicht hat, wechselt die Zustandsmaschine nach „ready to switch on“.
disable operation active ↓ switched on	Im Zustand „disable operation active“ wird die Drehzahl auf 0 heruntergeführt. Anschließend wird der Sollwert der Bremsenansteuerung (CMD) auf 0 gesetzt. Nachdem der angenommene Zustand der Bremse (Val) den Wert 0 (Bremse geschlossen) erreicht hat, wechselt die Zustandsmaschine nach „switched on“.
fault reaction active ↓ fault	Im Zustand „fault reaction active“ wird die Drehzahl auf 0 heruntergeführt. Anschließend wird der Sollwert der Bremsenansteuerung (CMD) auf 0 gesetzt. Nachdem der angenommene Zustand der Bremse (Val) den Wert 0 (Bremse geschlossen) erreicht hat, wechselt die Zustandsmaschine nach „fault“.

	Die Zustände „shutdown operation active“, “disable operation active“ und „fault reaction active“ werden nur bei entsprechender Einstellung der Statusmaschine durchlaufen. Stellen Sie sicher, dass die entsprechenden Einstellungen im Objekt co32 state machine properties vorgenommen wurden.

3.2.3 Zeiten der Bremsenansteuerung

Die Zeiten der Bremsenansteuerung können über folgende Objekte beeinflusst werden:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2516	co22	brake ctrl open delay	Wartezeit von Ref↑ bis Sig↑
0x2517	co23	brake ctrl open time	Wartezeit von Sig↑ bis Val↑
0x2518	co24	brake ctrl closing delay	Wartezeit von Ref↓ bis Sig↓
0x2519	co25	brake ctrl closing time	Wartezeit von Sig↓ bis Val↓

3.2.4 Status der Bremsenansteuerung

Der Status der Bremsenansteuerung kann über folgendes Objekt angezeigt werden:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2104	st04	brake ctrl status	Status der Bremsenansteuerung

st04 enthält folgende Bits:

st04	brake ctrl status			0x2104
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkung
0	brake ctrl val	0	val off	Angenommener Zustand der Bremse = Closed
		1	val on	Angenommener Zustand der Bremse = Open
1	brake ctrl signal	0	sig off	Bremsenansteuersignal = 0 (Closed)
		2	sig on	Bremsenansteuersignal = 1 (Open)
2	brake ctrl ref	0	ref off	Sollwert der Bremsenansteuerung = 0 (Closed)
		4	ref on	Sollwert der Bremsenansteuerung = 1 (Open)
3	Reserved	0		
4..7	Status	0	closed	Bremse geschlossen
		16	open delay	Bremsenöffnungsverzögerung
		32	opening	Bremse öffnet
		48	open	Bremse ist geöffnet
		64	close delay	Bremsenschließverzögerung
		80	closing	Bremse schließt
8..15	Reserved	0		

3.3 Ausnahmebehandlung

3.3.1 Fehler

Im Statuswort wird über Bit 3 (fault) angezeigt, dass ein Fehler vorliegt. Die Art des Fehlers kann über die Objekte ru01 exception state und st01 error code ermittelt werden:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C01	ru01	exception state	KEB spez. Objekt
0x2101	st01	error code	KEB spez. Objekt
0x603F			CiA402 Objekt

Die Fehler sind entsprechend der folgenden Tabelle kodiert:

ru01	Fehlertext	nur	Beschreibung	st01
0	no exception		Kein Fehler	0x0000
1	ERROR chain	H6	KEB Fehlerbus auf 0 heruntergezogen	0x1000
2	ERROR supply	H6	Vorladung nicht abgeschlossen. Ein Fehler wird nur generiert, wenn der Antrieb moduliert.	0x1000
3	ERROR overcurrent PU		Überstrom-Erfassung im Leistungsteil hat ausgelöst (z.B. Kurzschluss, defekte Endstufe)	0x5400
4	ERROR overcurrent analog		Überstrom-Level auf der Steuerkarte überschritten (z.B. Fehleinstellung der Regler oder der Momentengrenzkennlinie)	0x2300
5	ERROR over potential		Überspannung im Zwischenkreis (z.B. zu schnelle Verzögerungsrampe, Bremswiderstand nicht angeschlossen, Bremstransistor defekt)	0x3210
6	ERROR under potential		Unterspannung im Zwischenkreis	0x3220
7	ERROR overload		Modul Überlast (I^2t) => OL (langfristige mittlere Strom-Auslastung liegt über 100%)	0x3230
8	reset E. overload		Reset von Überlast möglich OL Zähler (ru29) < 50% des Warninglevels	0x3230
9	ERROR overload 2		Modul Überlast 2 (schneller Überlastschutz – definiert durch Stillstandsdauerstrom und Kurzzeitgrenzstrom – hat angesprochen)	0x1000
10	ERROR overheat powmod.		Übertemperatur Leistungshalbleiter (Kühlkörper)	0x4210
11	reset E overheat pmod.		Übertemperatur Leistungshalbleiter abgeklungen (Temperatur 5° unter OH-Level)	0x4210
12	ERROR overheat internal		Übertemperatur Innenraum	0x4110
13	reset E. overheat intern		Übertemperatur Innenraum abgeklungen	0x4110
14	ERROR motorprotection		elektronische (Software) Motorschutzfunktion hat ausgelöst	0x1000
15	reset E. motorprotection		Fehler Motorschutzfunktion kann zurückgesetzt werden	0x1000

ru01	Fehlertext (Fortsetung)	nur	Beschreibung	st01
16	ERROR drive overheat		Temperatursensor im Motor (z.B. PTC oder KTY) hat ausgelöst	0x4310
17	reset ERROR drive overheat		Übertemperatur Motor abgeklungen	0x4310
18	ERROR overspeed		Übergeschwindigkeit (Drehzahl > pn26 * Nenndrehzahl)	0x1000
20	ERROR drive data		Fehler in Motordatenvorgabe (Normierung der Motordaten löste Fehler aus => Motordaten passen nicht zueinader)	0x1000
21	ERROR motordata not stored		Motordaten sind noch nicht mit dr99 bestätigt worden	0x1000
22	ERROR ident		während der Identifikation ist ein Fehler aufgetreten (Info zu der Art des Fehlers in dr57)	0x1000
23	ERROR speed diff	H6 F6	Drehzahldifferenz größer Level (die Überwachung der Differenz zwischen der Solldrehzahl und der Istdrehzahl direkt vor dem Drehzahlregler innerhalb einer parametrierbaren Zeit hat angesprochen pn38/pn39)	0x1000
24	ERROR fieldbus memory	F6	fehlerhafte Drive-Softwarekonfiguration	0x1000
38	ERROR memory size			0x1000
40	ERROR FPGA conf.		FPGA Konfiguration fehlgeschlagen	0x1000
41	ERROR safety module SACB comm.	H6	keine Kommunikation mit Sicherheitsmodul	0x1000
42	ERROR power unit SACB comm.	H6 P6	keine Kommunikation mit Leistungsteil	0x1000
43	ERROR enc.intf. SACB comm.	H6 F6	keine Kommunikation mit Geberinterface	0x1000
44	ERROR invalid power unit data		Fehlerhafte Leistungsteildaten	0x1000
45	ERROR power unit reset	H6	Leistungsteil im Zustand Reset	0x1000
46	ERROR power unit Vref	H6	Referenzspannung Temperaturmessung ungültig	0x1000
47	ERROR power unit flash	H6	Flashspeicher im Leistungsteil fehlerhaft	0x1000
48	ERROR power unit prog.	H6	interner Fehler Leistungsteil CPU	0x1000
55	ERROR safety module	H6	Fehlermeldung des Safety Moduls	0x1000
56	ERROR software switch left		Softwareendschalter hat Fehler ausgelöst	0x1000
57	ERROR software switch right			0x1000
58	ERROR fieldbus watchdog		Feldbuswatchdog hat angesprochen	0x1000
59	ERROR prg. input		Fehler über programmierbaren Eingang	0x1000
60	ERROR safety mod. type changed	H6	Safety Modul Typ geändert (de39 / de41)	0x1000
61	ERROR safety mod. changed	H6	Safety Modul gewechselt (de37 / de38)	0x1000
62	ERROR power unit changed		Leistungsteil gewechselt (de20 / de21)	0x1000
63	ERROR enc. intf. changed	H6 F6	Geberinterface gewechselt (de48)	0x1000

Ausnahmebehandlung

ru01	Fehlertext	nur	Beschreibung		st01
64	ERROR power unit type changed		Leistungsteiltyp geändert (de26 / de27)		0x1000
65	ERROR enc. intf. version		Ungültige Version des Geberinterfaces		0x1000
66	ERROR overcurrent PU		Überstrom		0x1000
67	ERROR max acc/dec		Maximale Beschleunigungs/Verzögerungs-Vorgabe überschritten (Überwachung besonders für zyklische synchrone Betriebsarten notwendig)		0x1000
69	ERROR power unit		Allgemeiner Leistungsteilfehler (z.B. Lüfter, GTR7)		0x1000
75	ERROR phase failure	P6	Versorgungsspannung Leistungsteil fehlt		
79	ERROR input phases	P6			
89	ERROR at encoder type change		inkompatible Geberinterface- und Drive Software-versionen		0x1000
90	ERROR enc.intf.fast comm.	H6 F6	Kommunikationsfehler Steuerkarte-Geberinterface		0x1000
91	init encoder interface		Encoderinterface in Initialisierungsroutine		0x1000
92	ERROR encoder A		Fehler Geber A	Hardwaredefekt oder Fehleinstellung der Geberparameter (Typ, Strichzahl, usw.)	0x1000
93	ERROR encoder B		Fehler Geber B		0x1000
94	init encoder A		Initialisierung Geber A läuft		0x1000
95	init encoder B		Initialisierung Geber B läuft		0x1000
96	ERROR encoder missing		In einem Mode, der einen Geber erfordert, ist in ec16 kein Gebertyp ausgewählt		0x1000
97	ERROR overspeed (EMF)		pn72 overspeed level (EMF) wurde überschritten		0x1000
98	ERROR encoder A changed	H6 F6	Geber A gewechselt	vom Geber gelesene Seriennummer entspricht nicht der gespeicherten Seriennummer (ec48 != ec49)	0x1000
99	ERROR encoder B changed	H6 F6	Geber B gewechselt		0x1000

Tritt ein Fehler auf, wechselt der Antrieb in den Status **Fault reaction active**.

Bit 2 (fault reaction mode) in co32 state machine properties hat folgende Auswirkung:

- 0: direct => der Antrieb wechselt unverzüglich in den Status **Fault**.
  In diesem Status ist die Ansteuerung der Leistungshalbleiter inaktiv, der Motor trudelt frei aus.
  Die Einstellung der pn Parameter (fault oder dec. ramp) ist unwirksam
- 1: application specific => das Verhalten des Antriebes für Fehler, bei denen ein unverzügliches Abschalten des Antriebes nicht erforderlich ist, kann durch die pn Parameter beeinflusst werden.

Für folgende Fehler kann das Verhalten programmiert werden:

Index	Id-Text	Name	mögliche Fehlerreaktion		
			Fault	Rampe	Warning / Ignore
0x2A04	pn04	ERROR OL stop mode	x*	x	
0x2A06	pn06	ERROR OL2 stop mode	x*		
0x2A08	pn08	ERROR OH stop mode	x*	x	
0x2A0A	pn10	ERROR OHI stop mode	x*	x	x
0x2A0C	pn12	ERROR dOH stop mode	x*	x	x
0x2A10	pn16	ERROR OH2 stop mode	x*	x	x
0x2A14	pn20	ERROR SW-switch stop mode	x	x	x*
0x2A16	pn22	ERROR fb watchdog stop mode	x	x	x*
0x2A18	pn24	ERROR chain stop mode	x	x	x*
0x2A1B	pn27	ERROR overspeed stop mode	x*		
0x2A1D	pn29	prg. error stop. mode	x	x	x*
0x2A22	pn34	ERROR encoder A stop mode	x*		x
0x2A23	pn35	ERROR encoder B stop mode	x		x*
0x2A25	pn37	ERROR max acc/dec stop mode	x	x	x*
0x2A28	pn40	ERROR speed diff stop mode	x	x	x*
0x2A47	pn71	E.overspeed (EMF) st.mode	x*	x	x
0x2A49	pn73	E.enc A changed stop mode	x		x*
0x2A4A	pn74	E.enc B changed stop mode	x		x*

***** = Defaultwert

Die einzelnen Fehlerreaktionen sind wie folgt definiert:

Wert	Fehlerreaktion	Klartext	Beschreibung
0	FAULT	fault	Der Antrieb wechselt direkt in den Zustand FAULT. Der Antrieb trudelt aus.
1	FAULT REACTION RAMP	dec. ramp -> fault	Die Solldrehzahl wird an der Fehlerreaktionsrampe auf die Ziel-drehzahl (pn47) geführt. Nach der Fehlerreaktionszeit wechselt der Antrieb in den Status FAULT.
6	WARNING	warning	Der Fehler wird nur im Warningstate angezeigt. Der Antrieb wech-selt nicht in den Zustand FAULT REACTION ACTIVE.
7	IGNORE	off	Der Fehler wird ignoriert und nicht im Warningstate angezeigt. Der Antrieb wechselt nicht in den Zustand FAULT REACTION ACTIVE.

Bei den Einstellungen 6 und 7 wechselt der Antrieb nicht in den Status Fault reaction active.

3.3.1.1 Fehlerreaktionsrampe

Die Solldrehzahlrampe, die bei der Fehlerreaktion verwendet wird, kann über folgende Objekte parametriert werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2A2D	pn45	fault reaction time	Wartezeit nachdem die Zieldrehzahl erreicht wurde
0x2A2E	pn46	fault reaction end src	Quelle für Abbruch der Fehlerreaktionsrampe => Fehler
0x2A2F	pn47	fault reaction ref velocity	Zieldrehzahl der Fehlerreaktionsrampe
0x2A30	pn48	fr acceleration for [s-2]	max. Beschleunigung bei pos. Drehzahl
0x2A31	pn49	fr deceleration for [s-2]	max. Verzögerung bei pos. Drehzahl
0x2A32	pn50	fr acceleration rev [s-2]	max. Beschleunigung bei neg. Drehzahl
0x2A33	pn51	fr acceleration rev [s-2]	max. Verzögerung bei neg. Drehzahl
0x2A34	pn52	fr for acc jerk ls [s-3]	max. Ruck bei Beschleunigung und pos. Drehzahl (Start)
0x2A35	pn53	fr for acc jerk hs [s-3]	max. Ruck bei Beschleunigung und pos. Drehzahl (Ende)
0x2A36	pn54	fr for dec jerk hs [s-3]	max. Ruck bei Verzögerung und pos. Drehzahl (Start)
0x2A37	pn55	fr for dec jerk ls [s-3]	max. Ruck bei Verzögerung und pos. Drehzahl (Ende)
0x2A38	pn56	fr rev acc jerk ls [s-3]	max. Ruck bei Beschleunigung und neg. Drehzahl (Start)
0x2A39	pn57	fr rev acc jerk hs [s-3]	max. Ruck bei Beschleunigung und neg. Drehzahl (Ende)
0x2A3A	pn58	fr rev dec jerk hs [s-3]	max. Ruck bei Verzögerung und neg. Drehzahl (Start)
0x2A3B	pn59	fr rev dec jerk ls [s-3]	max. Ruck bei Verzögerung und neg. Drehzahl (Ende)
0x2A3C	pn60	fault reaction ramp mode	Rampenmodus (S-Kurven, etc..)
0x2A3E	pn62	fault reaction properties	Eigenschaften der Fehlerreaktionsrampe

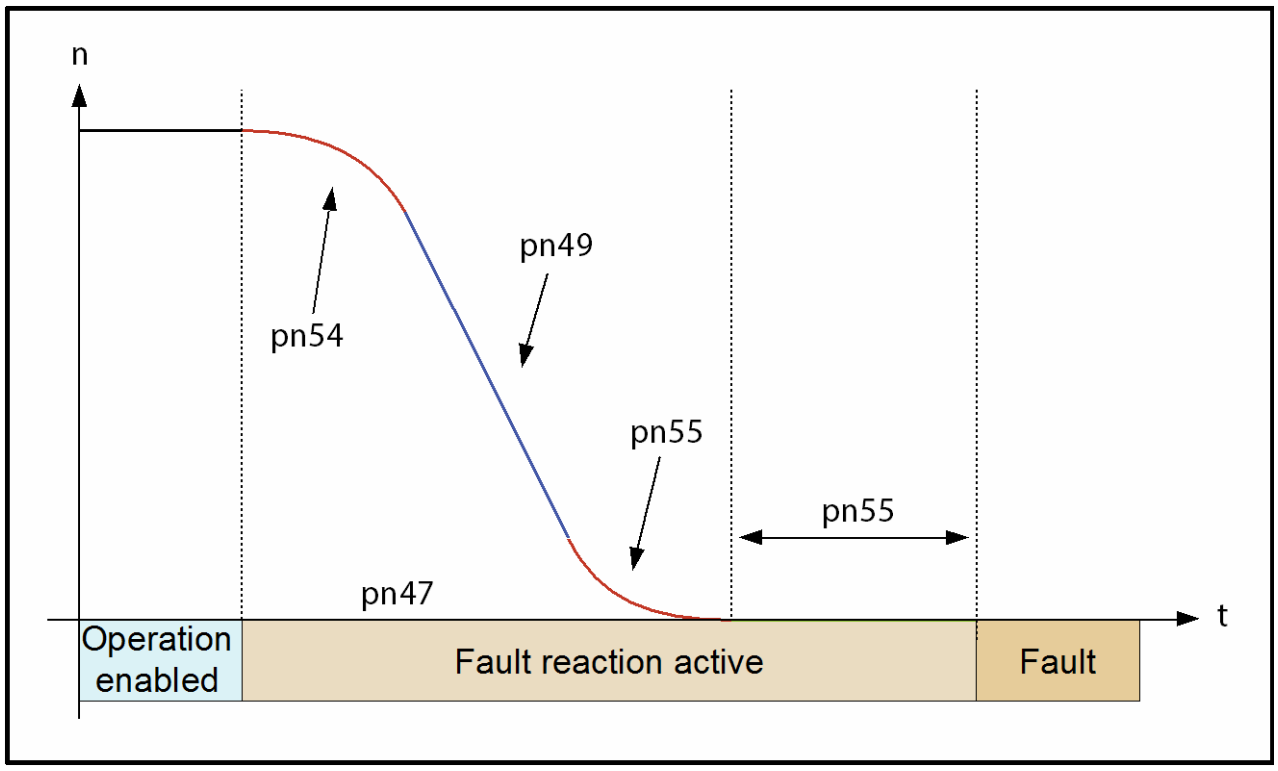
Tritt ein Fehler auf, für den als Fehlerreaktion **Fault reaction ramp** (dec ramp -> fault) ausgewählt ist, wechselt der Antrieb in den Zustand **Fault reaction active**.

Der Antrieb beschleunigt bzw. verzögert mit den eingestellten Rampen (pn48...pn60) auf die Zieldrehzahl (pn47 fault reaction ref velocity).

Nach Erreichen der Zieldrehzahl beginnt die Wartezeit nach Fehlerreaktion (pn45 fault reaction time) abzulaufen.

Nach Ablauf dieser Zeit oder wenn die ausgewählte Abbruchbedingung für die Fehlerreaktion (pn46 fault reaction end src) aktiviert wird, wechselt der Antrieb in den Zustand **Fault.**

Das folgende Bild zeigt einen beispielhaften Verlauf einer Fehlerreaktion:



3.3.1.2 Fehlereaktions-Eigenschaften

Über das Objekt pn62 lässt sich das Verhalten der Fehlerreaktion beeinflussen.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2A1E	pn62	Fault reaction properties	Eigenschaften der Fehlerreaktion

Die Bedeutung der einzelnen Bits in pn62 ist wie folgt definiert:

pn62	fault reaction properties	0x2A3E
Bit	Name	Bemerkung
0	Speed src	Quelle für die Startdrehzahl der Verzögerungsrampe 0: Solldrehzahl (Ausgang Rampengenerator) 1: Istdrehzahl (Aktuelle Drehzahl)

3.3.1.3 Fehlerreaktions-Momentengrenze

Für den Status Fault reaction active wird in einigen Applikationen eine andere (höhere) Momentengrenze benötigt.
In co61 Bit 0 .. 5 kann man auswählen, welche Momentengrenze während der Fehlerreaktion aktiv sein soll.
In co61 Bit 6..8 kann man auswählen, welche Momentengrenze während der Wartezeit (pn45 fault reaction time) nach Erreichen der End-Drehzahl (pn47 fault reaction ref velocity) aktiv sein soll. Diese Grenze wird nicht bei „shutdown“ oder „disable operation“ wirksam.

co61	stop mode torque lim. src.			**0x253D**
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…2	source	0	no change	alle Momentengrenzen wie immer gültig
		1	cs12	Momentengrenze ist cs12 cs13..cs16 ohne Funktion
		2	cs15 / cs16	cs15 gilt für positive Drehrichtung cs16 gilt für negative Drehrichtung cs12 ohne Funktion
		3	max torque charact (dr group)	cs12..cs16 ohne Funktion nur Grenzkennlinie wirksam
		4	co62	Momentengrenze aus co62
		5..7	reserved	
3…5	source fieldbus watchdog	0	no change	alle Momentengrenzen wie immer gültig
		8	cs12	Momentengrenze ist cs12 cs13..cs16 ohne Funktion
		16	cs15 / cs16	cs15 gilt für positive Drehrichtung cs16 gilt für negative Drehrichtung cs12 ohne Funktion
		24	max torque charact (dr group)	cs12..cs16 ohne Funktion nur Grenzkennlinie wirksam
		32	co62	Momentengrenze aus co62
		40 .. 56	reserved	
6..8	reached zero	0	same as dec.	Wenn die Sollwertrampe den Wert NULL erreicht hat, ist gleiche Momentengrenze aktiv wie in der Verzögerung
		64	no change	alle Momentengrenzen wie immer gültig
		128	cs12	Momentengrenze ist cs12 cs13..cs16 ohne Funktion
		192	cs15/cs16	cs15 gilt für positive Drehrichtung cs16 gilt für negative Drehrichtung cs12 ohne Funktion
		256	max torque charact (dr group)	cs12..cs16 ohne Funktion nur Grenzkennlinie wirksam
		320	co62	Momentengrenze aus co62
		384..448	reserved	

Index	Id-Text	Name	Bemerkung
0x253E	co62	Selectable stop mode torque	auswählbare Momentengrenze bei Fehlerreaktion

Wenn co61 stop mode torque lim. src. auf Wert cs12 oder cs15/cs16 oder co62 steht, bleibt die Grenzkennlinie, als maximal physikalisch verfügbares Moment, immer zusätzlich wirksam.

- **Beispiel:**

Für die Fault reaction wird eine höhere Momentengrenze als im Standardbetrieb benötigt.

Eine mögliche Vorgehensweise ist dann:
co61 = 9 => cs12 ist die gültige Momentengrenze während der Fault reaction.

Im Standardbetrieb wird die aktuelle Momentengrenze über cs13 vorgegeben.
cs14..cs16 müssen dann auf -1 gesetzt werden, um die Momentengrenzen in allen Quadranten durch cs13 vorgeben zu können.
cs12 muss größer als cs13 sein, um keine Einschränkung des Standardbetriebs zu verursachen.

Im Status Fault reaction hat cs13 keinen Einfluss mehr. Das Moment wird nur über cs12 und die immer wirksame Grenzkennlinie aus den dr Parametern limitiert.

3.3.2 Warnungen

Neben den Fehlern, die immer zum Stillsetzen des Antriebes führen, können vom Antrieb Warnungen angezeigt werden. Warnungen führen zu keinerlei Reaktion im Antrieb. Das Vorliegen einer Warnung kann lediglich im Bit 7 des Statusworts angezeigt werden. Welche Warnungen aktuell vorliegen, kann im Objekt ru02 warning bits ausgelesen werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C02	ru02	warning bits	Anzeige der Warnungen bitcodiert

Ob bei gesetztem Bit in ru02 auch das Bit 7 im Statuswort gesetzt wird,
kann über das Objekt pn28 warning mask vorgegeben werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2A1C	pn28	warning mask	Anzeige der Warnungen, die zum Setzen den „warning“ Bits im Statuswort führen sollen (bitcodiert)

Nur wenn das entsprechende Bit in der Warnungsmaske gesetzt ist, wird die Warnung auch in das Bit 7 des Statuswortes eingeblendet.

Die Bedeutung der einzelnen Bits in ru02 und pn28 ist wie folgt definiert:

ru02	warning bits	**0x2C02**
pn28	warning mask	**0x2A1C**
Bit	Name	Bemerkung
0	OL warning	Warnlevel Überlast überschritten (pn03 / pn04)
1	OL2 warning	Warnlevel Überlast Leistungshalbleiter überschritten (pn05 / pn06)
2	OH warning	Warnlevel Kühlkörpertemperatur überschritten (pn07 / pn08)
3	OHI warning	Warnlevel Geräteinnentemperatur überschritten (pn09 / pn10)
4	dOH warning	Warnlevel Motortemperatur überschritten (pn11 / pn12 / pn13)
5	OH2 warning	Warnlevel Motorschutzschalter überschritten (pn15 /pn16)
6	Watchdog warning	Watchdogzeit abgelaufen (pn21 / pn22)
7	ENC warning	Encoder A oder Encoder B Warnung (Nur P6, pn34 / pn35)
8	ProgErr warning	Programmierbarer externer Fehler (pn29 / pn30)
9	Overspeed warning	Warnlevel Übergeschwindigkeit überschritten (pn26 / pn27)
10	MaxAccDec warning	Warnlevel maximale Beschleunigung überschritten (pn36 / pn37)
11	SwSwitch warning	Software Endschalter ausgelöst (pn18 / pn19 / pn20)
12	SpeedDiff warning	Warnlevel Drehzahldifferenz überschritten (pn38 / pn39)
13	Reserved	
14	ENC-A warning	Encoder A Warnung (pn34)
15	ENC-B warning	Encoder B Warnung (pn35)

Im Parameter ru03 wird die höchst-priore Statusmeldung angezeigt. Außer den Warnings kann auch ein ERROR-Status in diesem Objekt angezeigt werden (siehe Kapitel 3.3.1 Fehler), wenn für den entsprechneden Fehler als Reaktion „warning“ programmmiert ist.

Zusätzlich können folgende Warnmeldungen angezeigt werden:

ru03	**Fehlertext**	**Beschreibung**
27	WARNING overload	Modul Überlast ru29 (I^2t -Funktion) > pn03 OL warning level
29	WARNING overload 2	Modul Überlast 2 ru27 (schneller Überlastschutz) > pn05 OL2 warning level
30	WARNING overheat powermod.	Kühlkörpertemperatur ru25 > pn07
32	WARNING overheat intern.	**F6:** die Innenraumtemperatur ist ein Digitalsignal. (ru26: low / high temperature) WARNING wird gesetzt, wenn pn09 OHI warning time abgelaufen ist. Ist als Fehlerreaktion „warning“ gewählt, geht ru03 nach 10min in den Status ERROR. **H6/P6:** die Innenraumtemperatur wird analog gemessen. WARNING wird gesetzt, wenn ru26 > pn09 warning level ist.
34	WARNING motorprotection	motor protection counter ru32 > pn15 OH2 warning level
36	WARNING drive overheat	KTY: ru28 drive temperature > pn11 dOH warning level PTC: PTC status (ru28) = PTC open Ist als Fehlerreaktion in pn12 „warning“ programmiert geht ru03 nach Ablauf der dOH delay time pn13 in den Status ERROR

3.3.3 Schutzfunktionen

Fehler und Warnungen werden auch von den Schutzfunktionen des Antriebes ausgelöst. Im Folgenden wird die Funktion und Parametrierung der Schutzfunktionen beschrieben.

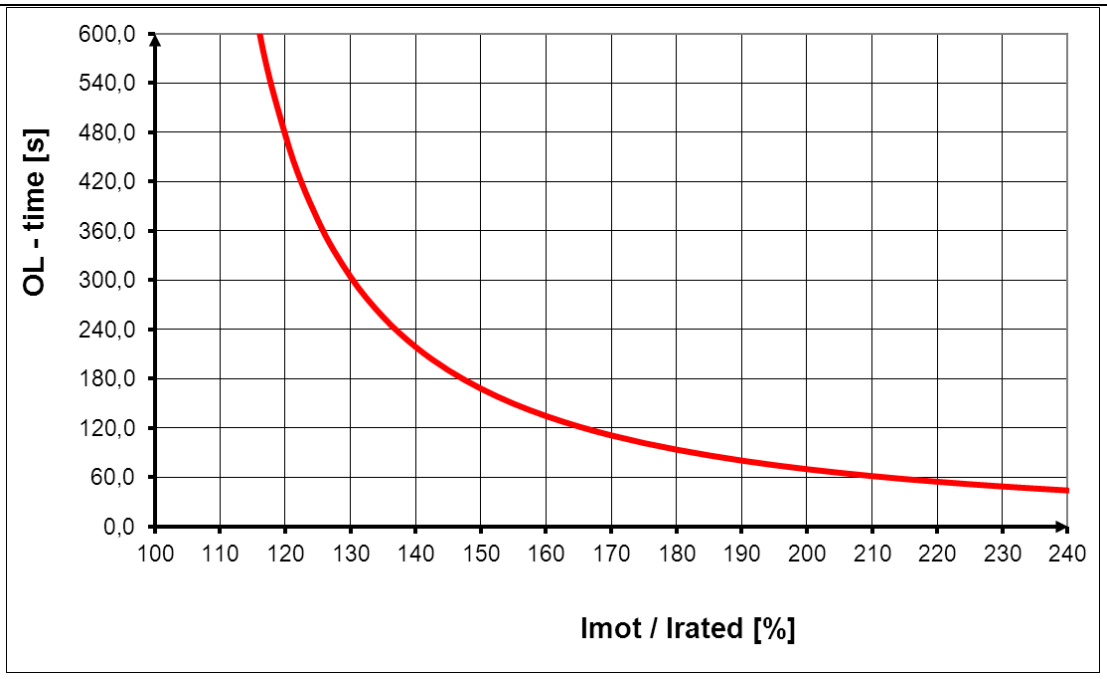
3.3.3.1 Überlast (OL)

Über folgende Objekte lässt sich die Überwachung der Dauerbelastung des Achsmoduls beeinflussen:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C1D	ru29	OL counter	OL(I^2t -Funktion)-Istwert in % / 100% = Fehler
0x2A03	pn03	OL warning level	OL-Level, bei dem eine Warnung ausgelöst wird
0x2A04	pn04	E. OL stop. mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel 3.3.1 Fehler)
0x2C02	ru02	warning state	Anzeige der Warnungen bitcodiert (s. 3.3.2 Warnungen)
0x2A1C	pn28	warning mask	Maske für Warnungsbit im Statuswort (s. 3.3.2 Warnungen)

Die OL-Funktion schützt das Achsmodul gegen dauerhafte Überlastung.

Abhängig von der Kühlung kann ein langfristiger Betrieb im Überlastbereich dazu führen, dass der Fehler „ERROR overheat powmod.“ (Übertemperatur Leistungshalbleiter) den Antrieb schon vor dem Ansprechen den OL-Funktion abschaltet. Folgende Grafik zeigt die Abschaltzeit in Abhängigkeit der Auslastung für konstante Last:



OL-time: OL-Auslösezeit
Imot: Motorstrom
Irated: Umrichter-Nennstrom

Bei Erreichen der Überlastgrenze (ru29 OL counter = 100%) schaltet sich der Antrieb selbstständig ab.

Die Fehlerreaktion kann wie oben beschrieben über das Objekt pn04 E.OL stop mode programmiert werden. Zusätzlich kann ein Warnungslevel programmiert werden.

Bei Erreichen dieses OL-Counter-Wertes wird das Bit 0 im Warnungsstatus gesetzt und bei entsprechender Einstellung der Warnungsmaske auch das Bit 7 im Statuswort.

Der Fehler bzw. die Warnung kann zurückgesetzt werden, wenn der OL-Counter den Wert von 0 erreicht hat.

3.3.3.2 Überlast Leistungshalbleiter (OL2)

Über folgende Objekte lässt sich die Überwachung der Belastung des Achsmoduls bei kleinen Frequenzen beeinflussen:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C1B	ru27	OL2 counter	OL2-Istwert in % des Fehler-Auslöselevels
0x2A05	pn05	OL2 warning level	OL2-Level, bei dem eine Warnung ausgelöst wird
0x2A06	pn06	E.OL2 stop mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel 3.3.1 Fehler)
0x2C02	ru02	warning state	Anzeige der Warnungen bitcodiert (s. 3.3.2 Warnungen)
0x2A1C	pn28	warning mask	Maske für Warnungsbit im Statuswort (s. 3.3.2 Warnungen)
0x350E	is14	overload protect mode	Schutz vor OL2, keine bzw. reduzierte Überlastreserven
0x3514	is20	OL2 prot gain	bestimmt das dynamische Verhalten in protection mode 2
0x3515	is21	OL2 safety fact	Sicherheitsabstand zur OL2 Grenze bei overload protection
0x2C49	ru73	Imot/ImaxOl2	aktueller Strom / Kurzzeitgrenzstrom

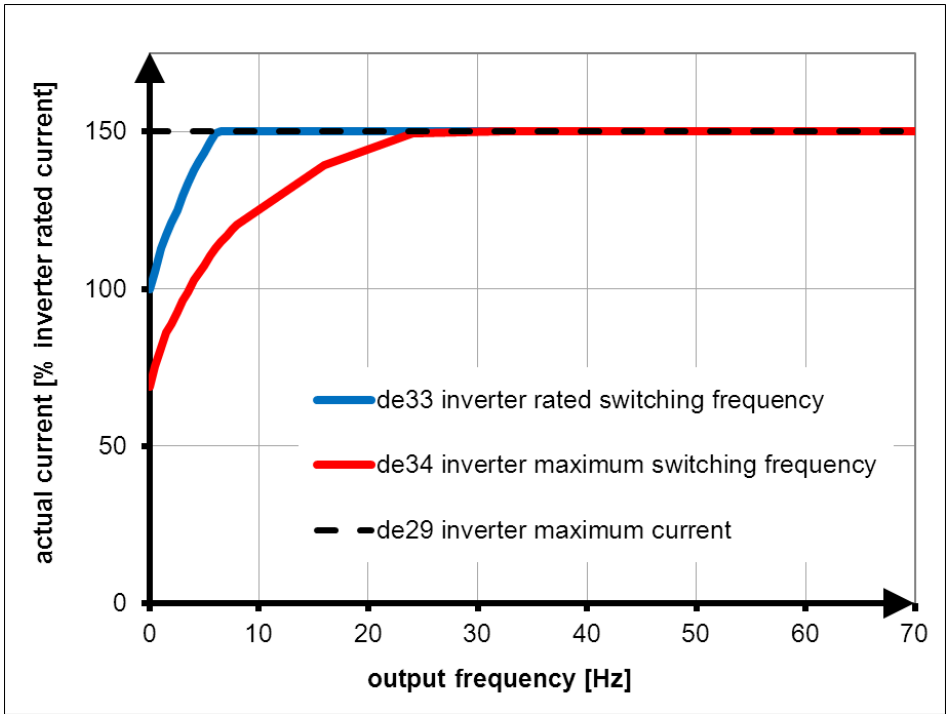
3.3.3.2.1 OL2 - Funktion

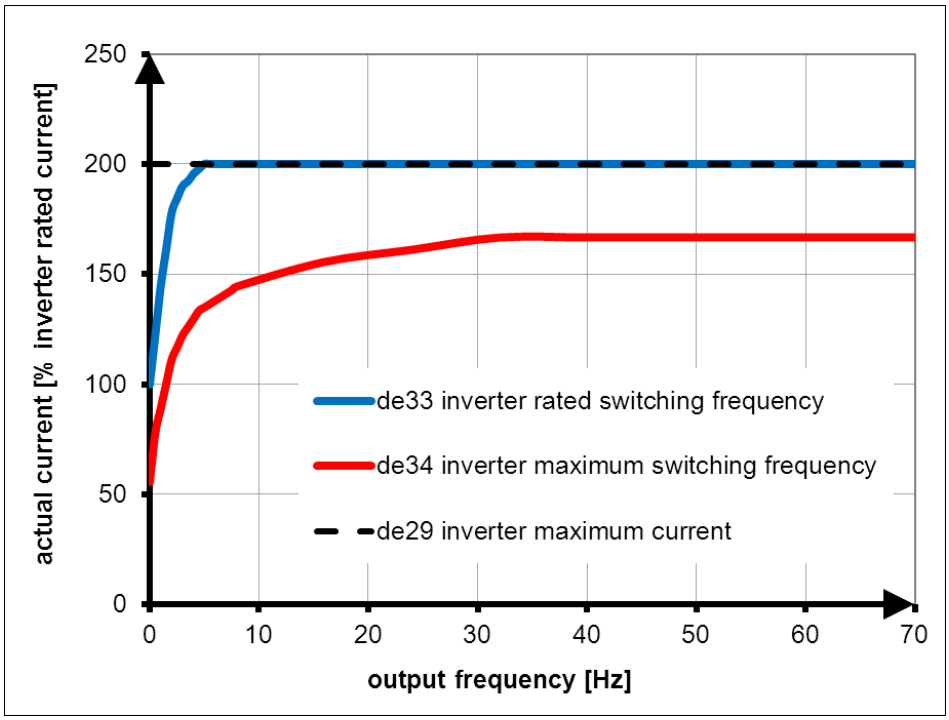
Im unteren Frequenzbereich werden die Leistungshalbleiter durch den Strom stärker belastet als bei größeren Ausgangsfrequenzen.

Daher ist der zulässige Strom (Kurzzeitgrenzstrom) geringer als der Maximalstrom (de29 inverter maximum current).

Das Achsmodul liefert als Dauerstrom bei 0Hz mindestens Nennstrom. Der Maximalstrom steht ab maximal 10Hz zur Verfügung.

Folgende Grafiken zeigen beispielhafte OL2-Grenzkennlinien:





actual current:	ru10	Motorstrom umgerechnet in % Umrichter-Bemessungsstrom
output frequency:	ru07	Ausgangsfrequenz
rated switching frequency	de33	Nennschaltfrequenz (4 kHz)
maximum switching frequency	de34	maximale Schaltfrequenz (8 kHz)

Das Verhältnis des aktuellen Ausgangsstroms zu dem bei dieser Frequenz zulässigen OL2-Strom wird über ein PT1-Glied mit einer Zeitkonstante von 200ms geführt.

Im Parameter ru27 OL2 counter wird der Ausgangswert dieses PT1-Gliedes angezeigt.
Bei Erreichen der Überlastgrenze (ru27 OL2-Counter = 100%) schaltet sich der Antrieb selbstständig ab.

In ru73 Imot/ImaxOl2 wird das Verhältnis vom aktuellen Motorstrom zum Kurzzeitgrenzstrom angezeigt.

Der Kurzzeitgrenzstrom ist abhängig von der aktuellen Schaltfrequenz.

Wird „Derating“ (automatische Schaltfrequenzreduzierung, wenn der Motorstrom den Kurzzeitgrenzstrom für die jeweilige Schaltfrequenz übersteigt) verwendet, dann ist ImaxOl2 gleich dem Kurzzeitgrenzstrom für die kleinste aktivierbare Schaltfrequenz.

3.3.3.2.2 OL2 - Fehlerreaktion

Die Fehlerreaktion kann wie oben beschrieben über das Objekt pn06 E.OL2 stop. mode programmiert werden.
Zusätzlich kann ein Warnungslevel programmiert werden. Bei Erreichen dieses OL2-Counter-Wertes wird das Bit 1 im warning state gesetzt und bei entsprechender Einstellung der Warnungsmaske auch das Bit 7 im Statuswort.

Der Fehler und die Warnung können zurückgesetzt werden, wenn der Wert des OL2-Counters kleiner als 10% ist.

3.3.3.2.3 OL2 - Schutz

Für den stromgeregelten Betrieb kann über das Objekt is14 overload protect mode ein Schutz vor dem Fehler OL2 aktiviert werden.

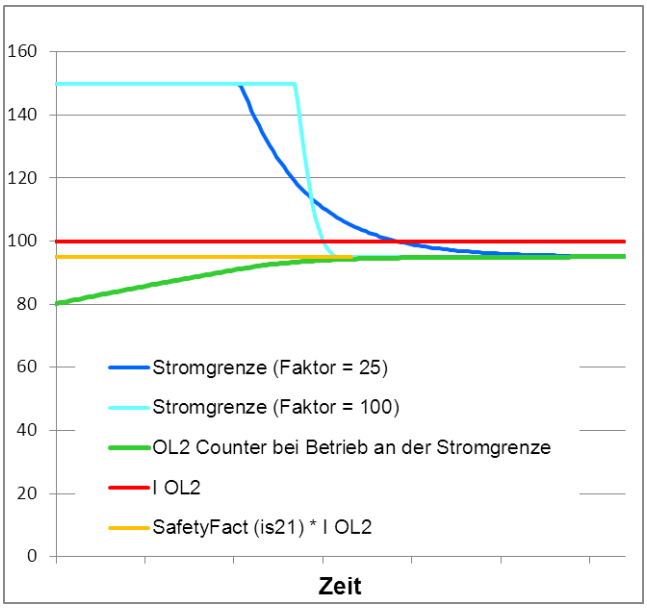
Es gibt 2 verschiedene Modi:

is14	overload protect mode	**0x350E**
Wert	Name	Bemerkung
0	off	kein Schutz vor OL2, aber Überlastreserven sind voll ausnutzbar
1	on, limit = is21	der zulässige Gesamtstrom wird entsprechend der OL2-Grenzkennlinie limitiert. Der zulässige Prozentsatz des OL2 Stromes, auf den der Stromsollwert begrenzt wird, muss in is21 OL2 safety fact eingestellt werden. Mit dieser Funktion wird der stabilste OL2 Schutz erreicht, sofern der safety fact nicht zu klein gewählt wird. Es stehen im unteren Frequenzbereich aber keine kurzfristigen Überlastreserven mehr zur Verfügung und im gesamten Frequenzbereich ist der Strom auf Imax = (de29 inverter maximum current * is21 OL2 safety fact) limitiert.
2	on, limit variable	Ist der OL2 counter ausreichend weit von is21 OL2 safety fact entfernt, wird der Strom zunächst nicht begrenzt. Erst wenn der OL2 counter den wert von is21erreicht, wird die Stromgrenze auf den OL2 Grenzkennlinienwert reduziert. In diesem Modus kann durch einen zu großen Faktor is20 OL2 prot gain oder einem zu geringen OL2 safety fact eher noch ein OL2 Fehler auftreten.Dafür stehen kurzzeitig wieder Überlastreserven zur Verfügung. Dauerhaft ist der Strom im gesamten Frequenzbereich ebenfalls auf (de29 inverter maximum current * is21 OL2 safety fact) limitiert.

In Modus 2 wird der zulässige Gesamtstrom erst begrenzt, wenn der OL2 counter einen bestimmten Wert überschreitet.

Der aktuell zulässige Strom berechnet sich dann nach folgender Formel:

Imax = aktueller OL2 Strom + (de29 inverter maximum current – aktueller OL2 Strom) *
(is21 OL2 safety fact - ru27 OL2 counter) * is20 OL2 prot gain



Verlauf der Stromgrenze über der Zeit, bei Betrieb an der Stromgrenze
(I(Ist) = Stromgrenze) für verschiedene Werte von is20 OL2 prot gain

⇨ je höher der Faktor, je steiler der Abfall der Stromgrenze wenn der OL2 counter den Safety-Faktor erreicht.

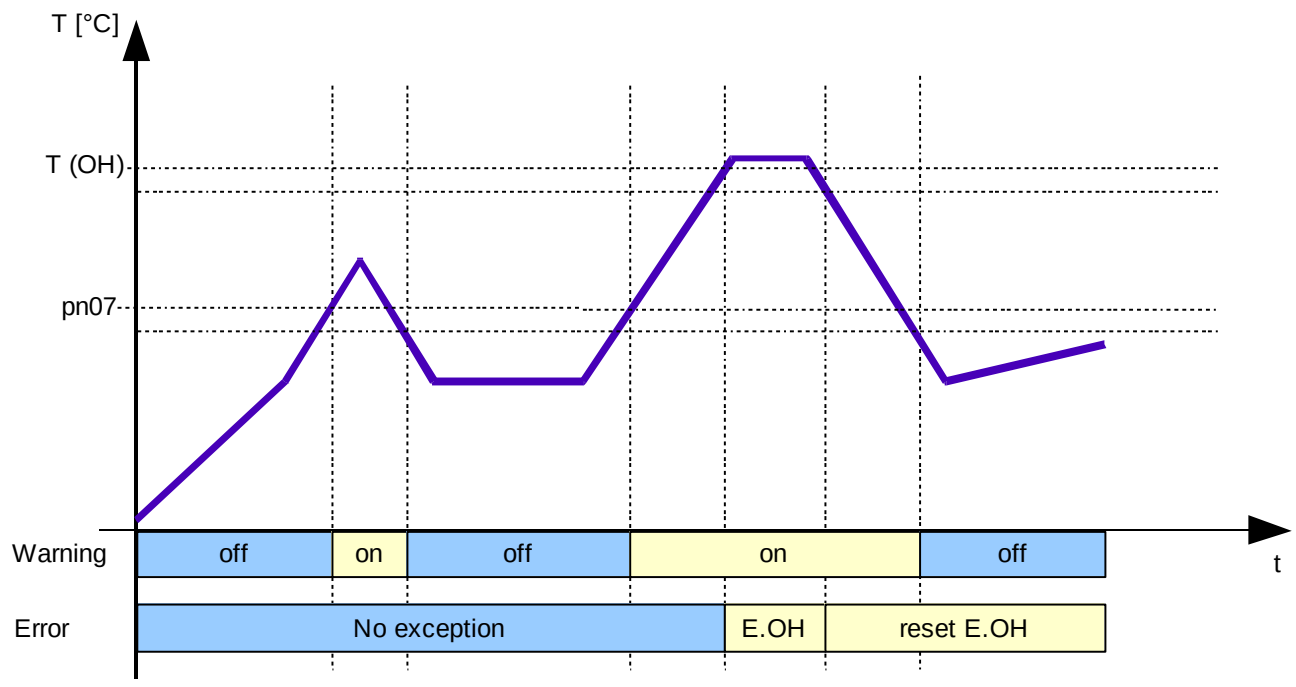
3.3.3.3 Übertemperatur Kühlkörper (OH)

Über folgende Objekte lässt sich die Überwachung der Kühlkörpertemperatur beeinflussen:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C19	ru25	heatsink temperature	Anzeige der Kühlkörpertemperatur
0x2A07	pn07	OH warning level	Temperatur, bei der eine Warnung ausgelöst wird
0x2A08	pn08	E.OH stop mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel 3.3.1 Fehler)
0x2C02	ru02	warning state	Anzeige der Warnungen bitcodiert (s. 3.3.2 Warnungen)
0x2A1C	pn28	warning mask	Maske für Warnungsbit im Statuswort (s. 3.3.2 Warnungen)

Bei Erreichen einer geräteabhängigen Kühlkörpertemperatur schaltet sich der Antrieb selbstständig ab.
Die Fehlerreaktion kann wie oben beschrieben über das Objekt pn08 E.OH stop mode programmiert werden.

Zusätzlich kann ein Warnungslevel pn07 OH warning level programmiert werden. Bei Erreichen dieser Temperatur wird das Bit 2 im Warnungsstatus gesetzt und bei entsprechender Einstellung der Warnungsmaske auch das Bit 7 im Statuswort.



T(OH): geräteabhängige Abschalttemperatur

pn07: einstellbarer OH Warnpegel

3.3.3.4 Übertemperatur Gerät (OHI)

Über folgende Objekte lässt sich die Überwachung der Innenraumtemperatur beeinflussen:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C1A	ru26	internal temperature	H6: Anzeige der Innenraumtemperatur F6: Anzeige des Status des Innenraums high / low temperature
0x2A09	pn09	OHI warning level	H6:Innenraumtemperatur, bei der eine Warnung ausgelöst wird
0x2A09	pn09	OHI warning time	F6: Zeit, die vom Ansprechen des Digitalsignals bis zur Auslösung der OHI-Warnung vergeht
0x2A0A	pn10	E.OHI stop mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel 3.3.1 Fehler)
0x2C02	ru02	warning state	Anzeige der Warnungen bitcodiert (s. 3.3.2 Warnungen)
0x2A1C	pn28	warning mask	Maske für Warnungsbit im Statuswort (s. 3.3.2 Warnungen)

Die Funktionsweise des H6 entspricht der Kühlkörpertemperaturüberwachung.

Beim F6 wird die Innenraumtemperatur digital ausgewertet
Nach Ablauf der Zeit pn09 wird die OHI-Warnung gesetzt.
Nach 10min geht der Antrieb in den Status ERROR.

3.3.3.5 Übertemperatur Motor (dOH)

Über folgende Objekte lässt sich die Überwachung der Motortemperatur beeinflussen:

Index	**Id-Text**	**Name**	**Funktion**
0x2C1C	ru28	motor temperature	Anzeige der Motortemperatur
0x2221	dr33	motor temp sensor type	0 = KTY, 1 = PTC
0x2A0B	pn11	dOH warning level	nur für KTY: Motortemperatur, bei der eine Warnung ausgelöst wird
0x2A0C	pn12	E.dOH stop mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel 3.3.1 Fehler)
0x2A0D	pn13	E.dOH delay time	nur aktiv für PTC: Zeit zwischen Auslösen des PTCs (setzt dasWarning Bit) und Auslösen des Fehlers dOH
0x2A0E	pn14	dOH error level	nur für KTY: Motortemperatur, bei der ein Fehler ausgelöst wird
0x2C02	ru02	warning state	Anzeige der Warnungen bitcodiert (s. 3.3.2 Warnungen)
0x2A1C	pn28	warning mask	Maske für Warnungsbit im Statuswort (s. 3.3.2 Warnungen)

Werte von ru28 motor temperature bei Verwendung eines PTC - Sensors:

PTC gemäß DIN EN 60947-0		
Widerstand	Beschreibung	Anzeige ru28
< 750 Ω	T1-T2 geschlossen	PTC closed
0,75…1,5kΩ Rückstellwiderstand	Übergang T1-T2 offen => geschlossen	
1,65…4kΩ Ansprechwiderstand	Übergang T1-T2 geschlossen => offen	
>4kΩ	T1-T2 offen	PTC open

Werte von ru28 motor temperature bei Verwendung eines KTY - Sensors:

KTY (standard)	
498Ω	0°
1kΩ	100°C
1,722kΩ	200°C

Bei zu kleinem Widerstand wird „short circuit“ bei zu großem Widerstand „no connection“ angezeigt.

3.3.3.6 Motorschutzschalter OH2

3.3.3.6.1 Asynchronmotor

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2222	dr34	motorprotection curr. %	Nennstrom der Motorschutzfunktion (in % dr03)
0x2227	dr39	ASM prot mode	Auswahl eigenbelüfteter / fremdgekühlter Motor

dr39	ASM prot mode	0x2227
Wert	Name	Bemerkung
0	separate cooling	Einstellung für fremdbelüfteten Motor
1	self cooling	Einstellung für eigenbelüfteten Motor

Die Motorschutzfunktion schützt den angeschlossenen Motor gegen thermische Zerstörung durch zu hohe Ströme.

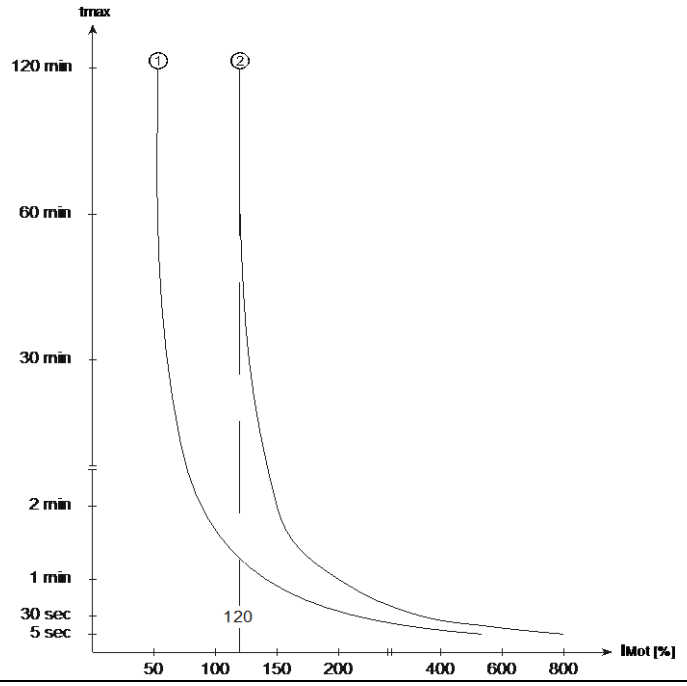
Die Funktion entspricht weitgehend derjenigen von mechanischen Motorschutzkomponenten, wobei zusätzlich der Einfluss der Motordrehzahl auf die Kühlung des Motors berücksichtigt wird.

Die Belastung des Motors wird aus dem gemessenen Scheinstrom (ru10) und dem eingestellten Motorschutz Nennstrom In (dr34 motorprotection curr. %) errechnet.

Bei fremdbelüftetem Motor oder bei Nennfrequenz eines eigenbelüfteten Motors gelten folgende Auslösezeiten (VDE 0660, Teil 104):			
1,2 • In => 2 Stunden	1,5 • In => 2 Minuten	2 • In => 1 Minute	8 • In => 5 Sekunden

Die Auslösezeit verringert sich bei eigenbelüfteten Motoren mit der Frequenz des Motors. Die Motorschutzfunktion wirkt integrierend, d.h. Zeiten mit Überlastung des Motors werden addiert, Zeiten mit Unterlast subtrahiert. Nach erfolgter Auslösung der Motorschutzfunktion reduziert sich die erneute Auslösezeit auf 1/4 der angegebenen Werte, sofern der Motor nicht eine entsprechende Zeit mit Unterlast betrieben worden ist.

IMot:	Motorstrom in % des Motor-schutz-Nennstrom (dr34 *dr03)
tmax:	Auslösezeit
①	f = 0Hz
②	f ≥ Motorbemessungsfrequenz oder fremdbelüfteter Motor



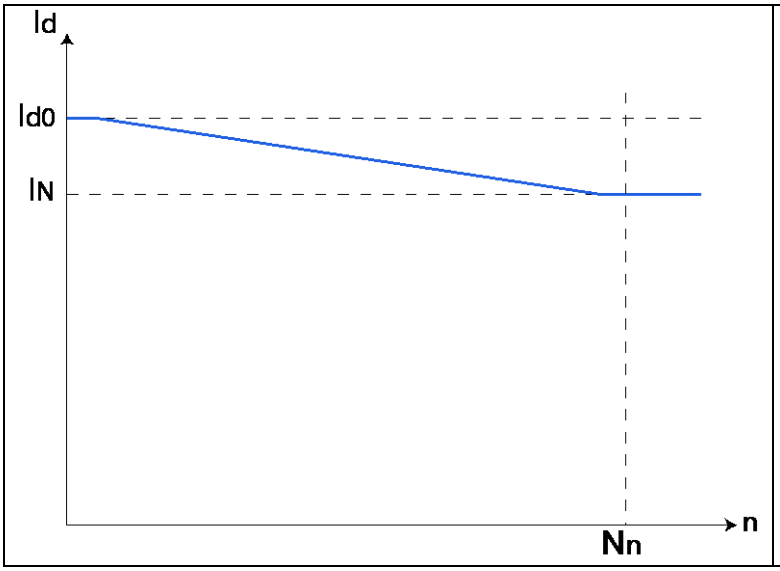
3.3.3.6.2 Synchronmotor

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2203	dr03	rated current	Motornennstrom (in A)
0x220C	dr12	max. current %	maximal zulässiger Motorstrom (in % dr03)
0x2222	dr34	motorprotection current %	Dauerstillstandsstrom (in % dr03)
0x2223	dr35	SM prot. time min. Is/Id	Auslösezeit bei der unteren Ansprechschwelle
0x2224	dr36	SM prot. time Imax	Auslösezeit bei Maximalstrom
0x2225	dr37	SM prot. recovery time	Erholungszeit des Motors
0x2226	dr38	SM prot. min. Is/Id	untere Ansprechschwelle der Motorschutzfunktion

Die Motorschutzfunktion ist abhängig von der Istdrehzahl (n), dem Istscheinstrom (Is) dem Maximalstrom und den Motorschutzparametern (dr34…dr38).

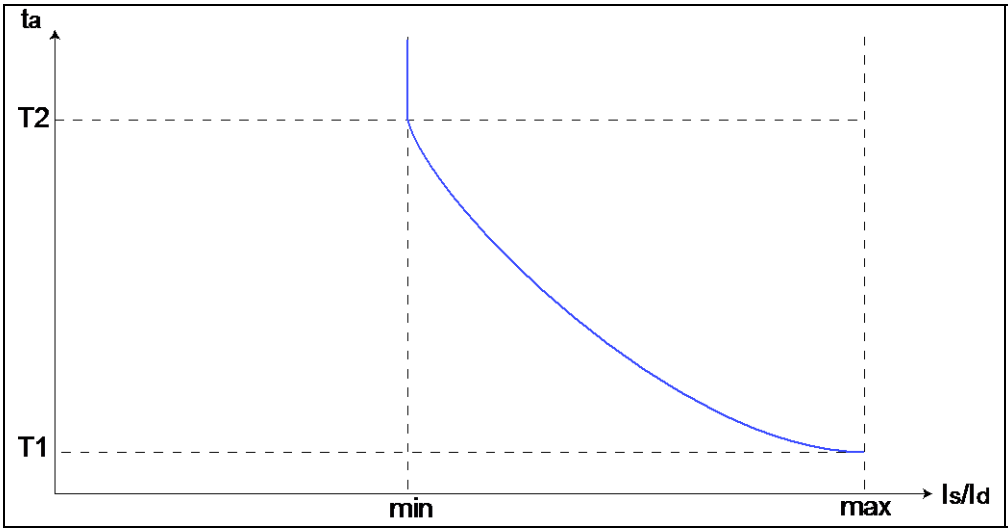
Ausnahmebehandlung

Der Dauerstrom (Id) ist drehzahlabhängig:



Id:	Dauerstrom
Id0:	Dauerstillstandsstrom (dr34 * dr03)
In:	Bemessungsstrom (rated current / dr03)
Nn:	Bemessungsdrehzahl (rated speed / dr04)

Die Auslösezeit wird durch das Verhältnis Is/Id bestimmt:



ta:	Auslösezeit
Is/Id:	Scheinstrom / Dauerstrom [%]
T2:	dr35 (SM prot time min Is/Id)
T1:	dr36 (SM prot time Imax)
min:	dr38 (SM prot min Is/Id)
max:	dr12 (max current %)

Erst wenn das Verhältnis Is/Id größer als die Ansprechschwelle der Motorschutzfunktion (dr38 SM prot. min. Is/Id) ist, läuft die Auslösezeit (ta) ab.

Die Auslösezeit beträgt bei minimalem Ansprech-Strom dr35 SM prot. time min. Is/Id und bei maximalem Strom (dr12) dr36 SM prot time Imax.

Ein Zähler wird erhöht. Erreicht der Zähler 100%, wird der Fehler „ERROR OH2“ ausgelöst.

Ist das Verhältnis Is/Id < dr38, wird der Zähler mit einem durch die Erholungszeit (dr37 SM prot. recovery time) definierten Faktor verringert.
Die Erholungszeit ist die Zeit, die der Zähler benötigt, um von 100% bis 0% zu zählen.

Der von der Motorschutzfunktion ausgelöste Fehler kann bei 98% zurückgesetzt werden.

3.3.3.7 Feldbuswatchdog

Mit Hilfe der Funktion Feldbuswatchdog kann der Antrieb im Fall einer Unterbrechung der Prozessdaten-Kommunikation unabhängig von der Steuerung stillgesetzt werden.

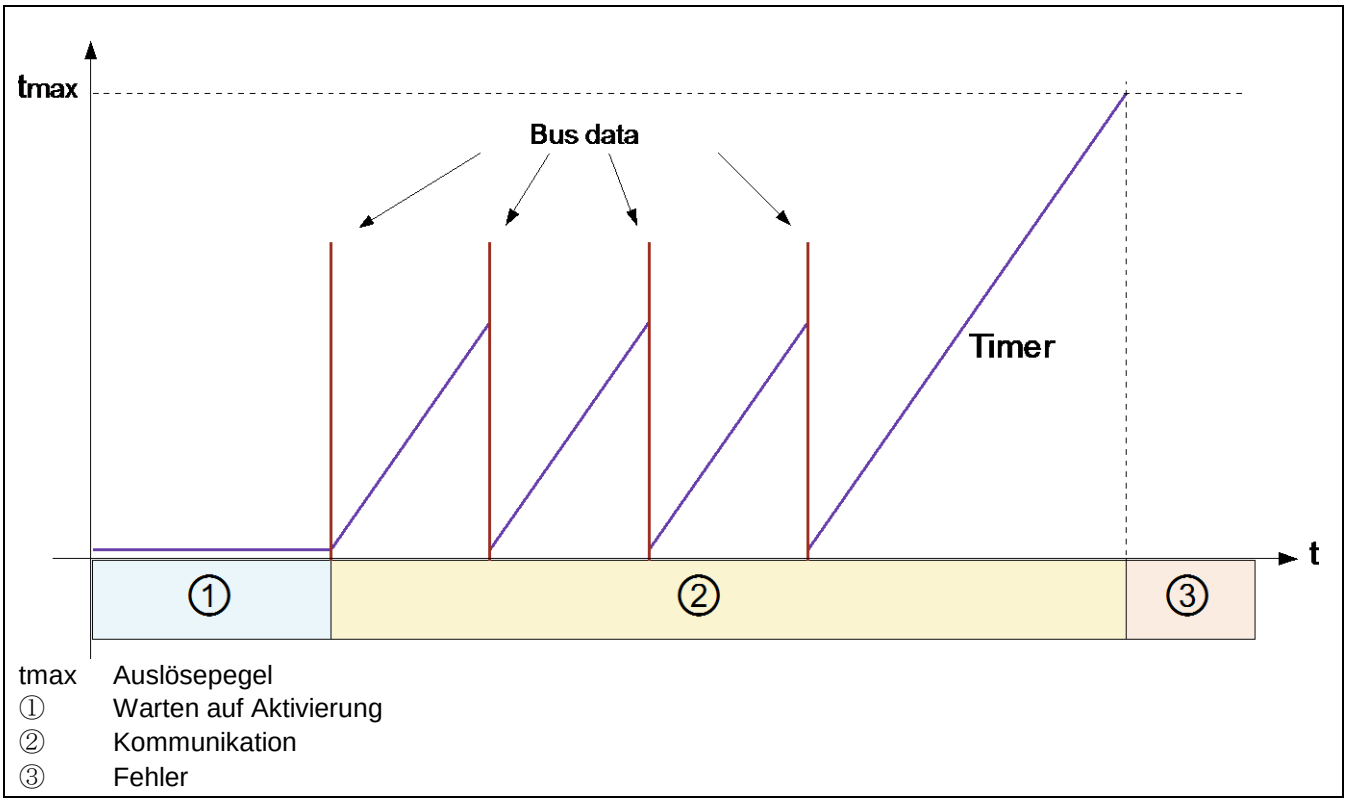
Die Funktion kann über folgende Objekte parametriert werden:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2A15	pn21	fieldbus watchdog time	Max. Dauer der Kommunikationsunterbrechung (0 = off)
0x2A16	pn22	E.fb watchdog stop mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel 3.3.1 Fehler)
0x2C02	ru02	warning state	Anzeige der Warnungen bitcodiert (s. 3.3.2 Warnungen)
0x2A1C	pn28	warning mask	Maske für Warnungsbit im Statuswort (s. 3.3.2 Warnungen)

Nach dem Einschalten oder nach dem Reset eines Watchdogfehlers befindet sich die Watchdogfunktion im Zustand Ready.
Das bedeutet, es wird auf das erste Kommunikationsereignis gewartet, um den Watchdog zu aktivieren.

Mit der Aktivierung startet der interne Timer. Der Timer wird beim Einlaufen eines Prozessschreibdaten-Ereignisses zurückgesetzt.

Wenn für einen Zeitraum länger als die in pn21 fieldbus watchdog time eingestellte Watchdogzeit kein Prozessschreibdaten-Ereignis auftritt, wird das entsprechende Bit im Warnungsstatus gesetzt und, bei entsprechender Programmierung von pn22 E.fb watchdog stop mode, der Watchdogfehler ausgelöst.



tmax Auslösepegel
① Warten auf Aktivierung
② Kommunikation
③ Fehler

3.3.3.8 Maximalstrom

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2203	dr03	rated current	Motornennstrom
0x220D	dr12	max. current %	maximal zulässiger Motorstrom (in % dr03)
0x201C	de28	inverter rated current	Umrichter-Nennstrom
0x201D	de29	inverter maximum current	Umrichter.Maximalstrom (nur Software-Begrenzung)
0x350B	is11	max. current [de28%]	maximal zulässiger Umrichterstrom (in % de28)

Der maximale Scheinstrom (außer für den u/f Betrieb) kann über die Parameter dr12 max. current % und is11 max. current [de28%] vorgeben werden.

de28 inverter rated current und de29 inverter maximum current sind nur Anzeigeparameter und zeigen die Grenzen Umrichters.
Auf Grund von z.B. unzureichender Kühlung kann es aber notwendig sein, den maximalen Umrichterstrom mit is11 zusätzlich zu begrenzen, damit kein OH-Fehler auftritt.

Der maximale zulässige Motorstrom kann in dr12 max. current % eingestellt werden.
Die effektive Strombegrenzung ist der kleinere Wert von is11 und dr12.

Maximale Obergrenze ist immer der Maximalstrom des Antriebs (de29).

Somit können Limitierungen durch das Achsmodul bzw. den Motor getrennt berücksichtigt werden.

- **Beispiel 1:**

Der Antrieb wurde mit einem 24.H6 ausgelegt. Der in dr12 eingestellte Maximalstrom des Motors wurde mit diesem Gerät nicht erreicht. Nun ist auf dem Lager nur ein 25.H6 vorhanden. Über den Parameter (is11) kann nun der Strom limitiert werden, um die gleiche Antriebsperformance zu haben.

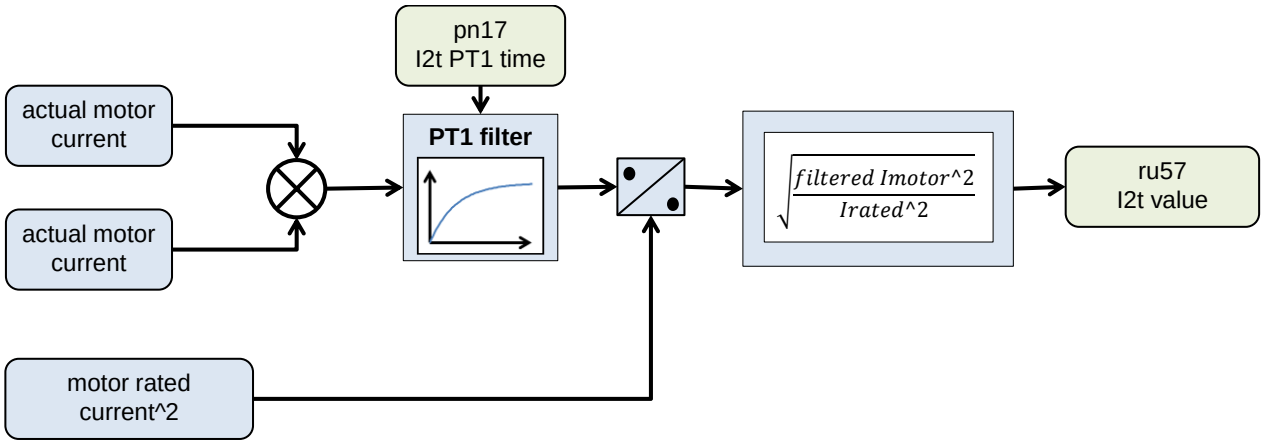
Der Motorparameter (dr12) dient, außer zur Limitierung des Stroms, auch zur Definition der Sättigungskennlinie (siehe Kapitel 5.2.12 Sättigungskennlinie (SM) Parameter ms00). Somit darf dieser Wert in einigen Applikationen nicht verändert werden.

- **Beispiel 2:**

Aufgrund des Stromrippels, abhängig von der Schaltfrequenz, reicht die Reserve vom Maximalstrom zum Fehler „Überstrom“ nicht aus. Hier ist es evtl. sinnvoll, den Maximalstrom über is11 zu begrenzen.

3.3.3.9 effektive Motorauslastung

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C39	ru57	I2t value	durchschnittliche effektive Motorauslastung in 0,1% Auflösung
0x2A11	pn17	I2t PT1 time	PT1 Zeit für effektive Motorauslastung



pn17	I2t PT1 time	**0x2A11**
Wert	Funktion	
0,01 .. 300,00s	PT1 Filter-Zeit	

Bei der effektiven Motorauslastung ru57 I2t value handelt es sich um einen reinen Informationsparameter, von dem keine Störungsreaktion abgeleitet werden kann.

Die Zeit, bis der Endwert der Funktion erreicht wird, ist wegen der Wurzelfunktion ein Vielfaches der eingestellten PT1-Zeit.
Tendenzen für die effektive Motorauslastung sind jedoch schnell abzuschätzen.

Der Anzeigebereich für die effektive Auslastung ist auf maximal 8fachen Motornennstrom begrenzt. Überschreitet der aktuelle Motorstrom diesen Wert, wird das Ergebnis hinter dem PT1-Filter begrenzt.
Kurze Spitzen im Motorstrom werden also erfasst und ausgewertet, nur die effektive Auslastung wird begrenzt.

3.3.3.10 Maximale Beschleunigung bzw. Verzögerung

Index	Id-Text	Name	Bemerkung
0x2A24	pn36	max acc/dec level	maximaler Beschleunigungs-/Verzögerungswert
0x2A25	pn37	E.max acc/dec stop mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel 3.3.1 Fehler)

Die maximale Beschleunigung bzw. Verzögerung kann hier nochmals für alle Betriebsarten überwacht werden. Der Level in pn36 ist dabei in [s-2] genauso normiert wie die Rampen in den unterschiedlichen Betriebsarten.
In den Betriebsarten mit Interpolator (8, 9, 10) wird die Beschleunigung zusätzlich auf den Wert in pn36 begrenzt.
Dadurch können Fehler der übergeordneten Steuerung sicher abgefangen werden. In diesen Fällen sollte dann auch unbedingt eine Fehlerreaktion in pn37 aktiviert werden.

3.3.3.11 Überwachen der Drehzahdifferenz

Index	Id-Text	Name	Bemerkung
0x2A26	pn38	speed diff level	Drezhalabweichung in % Motornenndrehzahl
0x2A27	pn39	speed diff time	Fehler wird ausgelöst, wenn die Zeit, die Drehzahlabweichung ansteht, größer als pn39 ist
0x2A28	pn40	E.speed diff stop mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel 3.3.1 Fehler)

Die Differenz zwischen der Solldrehzahl und der Istdrehzahl direkt vor dem Drehzahlregler kann hier überwacht werden.

Dadurch kann z.B. überprüft werden, ob der Antrieb einem Sollwert noch in korrekter Weise folgen kann.

Damit kann z.B. das „Durchgehen“ eines Synchronmotors mit falscher Systemlage verhindert werden, wenn die speed diff time ausreichend klein gewählt wird.

3.3.3.12 Externe Fehler- / Warnungsauslösung

Index	Id-Text	Name	Bemerkung
0x2A1D	pn29	prg. error stop mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel 3.3.1 Fehler)
0x2A1E	pn30	prg. error source	Auswahl der Eingänge bzw. Ereignisse, die den Feher auslösen

Fehler oder Warnungen können auch durch externe Ereignisse ausgelöst werden.
Über pn30 können die verschiedenen Quellen ausgewählt werden.

Die Bedeutung der einzelnen Bits in pn30 prg. error source ist wie folgt definiert:

pn30		prg. error source		**0x2A1E**	
Bit	Wert	Name H6	Funktion H6	Name F6	Funktion F6
0	1	I1	Eingang I1 löst Fehler aus	I1	Eingang I1 löst Fehler aus
1	2	I2	Eingang I2 löst Fehler aus	I2	Eingang I2 löst Fehler aus
2	4	I3	Eingang I3 löst Fehler aus	I3	Eingang I3 löst Fehler aus
3	8	I4	Eingang I4 löst Fehler aus	I4	Eingang I4 löst Fehler aus
4	16	IA	Eingang IA löst Fehler aus	I5	Eingang I5 löst Fehler aus
5	32	IB	Eingang IB löst Fehler aus	I6	Eingang I6 löst Fehler aus
6	64	IC	Eingang IC löst Fehler aus	I7	Eingang I7 löst Fehler aus
7	128	ID	Eingang ID löst Fehler aus	I8	Eingang I8 löst Fehler aus
8	256	No brake	Bremse aktiviert aber nicht angeschlossen	IA	Eingang IA löst Fehler aus
9	512		reserviert	IB	Eingang IB löst Fehler aus
10	1024		reserviert	IC	Eingang IC löst Fehler aus
11	2048		reserviert	ID	Eingang ID löst Fehler aus
12..15			reserviert		reserviert

3.3.3.13 Fehler Unterspannung (UP)

Diese Funktion ist nur bei H6 ab Version 1.4 verfügbar.

Index	Id-Text	Name	Bemerkung
0x3512	is18	UP error level	Auslöselevel für den UP – Fehler
0x3513	is19	UP reset level	Rücksetzlevel für den UP – Fehler

Die beiden Level für den UP-Fehler werden ja nach Leistungsteil auf optimale Werte voreingestellt.

Sollte das für den Betrieb an kleinerer DC-Spannung (z.B. Batterie) nicht ausreichen, können die beiden Level abgesenkt werden.

3.3.3.14 Fehler Überdrehzahl (ERROR overspeed / ERROR overspeed (EMF))

Index	Id-Text	Name	Bemerkung
0x2A1B	pn26	overspeed level	Auslöselevel ERROR overspeed in % Nenndrehzahl
0x2A1C	pn27	E. overspeed stop mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel 3.3.1 Fehler)
0x2A46	pn70	overspeed factor (EMF)	Auslöselevel ERROR overspeed (EMF)
0x2A47	pn71	E. overspeed EMF) st. mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel 3.3.1 Fehler)
0x2A48	pn72	overspeed level (EMF)	Auslöselevel ERROR overspeed (EMF) in 1/min

Für den Überdrehzahlschutz gibt es 2 Funktionen:

mit pn26 kann eine applikationsspezifische Drehzahlgrenze eingestellt werden.
Wird der Level auf 0:off gestellt, ist die Schutzfunktion außer Betrieb.

Aus dem Wert der EMK wird berechnet, ab welcher Drehzahl die Rückspeise-Spannung der Synchronmaschine einen Wert erreicht, der die Kondensatoren im Umrichter-Zwischenkreis beschädigt.
Mit pn70 overspeed factor (EMF) wird der Sicherheitsabstand zu dieser Grenze vorgegeben.

Ein Wert von 90% für pn70 bedeutet, dass der Fehler bei 90% des maximal theoretisch zulässigen Drehzahl-Wertes ausgelöst wird.

Der Level, bei dem der Fehler ausgelöst wird, wird in pn72 overspeed level (EMF) angezeigt.

$$pn72 = \frac{OPLevel}{dr14} * \frac{pn70}{100\%} * 1000 * rpm$$

Mit pn71 E. overspeed EMF) st. mode wird die Reaktion auf den Fehler festgelegt.

3.3.3.15 GTR7-Handling (nur für F6)

Aktuell ist der Einsatzpunkt des Bremstransistors (GTR7-Schwelle) nicht einstellbar, sondern abhängig von der Spannungsklasse des Umrichters.

Spannungsklasse	OP-Schwelle	GTR7-Schwelle
230 V	400 V	380 V
400 V	840 V	780 V
600 V	1200 V	1140 V

Durch diese Schwelle ist sichergestellt, dass der GTR7 nicht durch die Netzeingangsspannung anspricht, solange diese im gültigen Bereich ist.

Der Bremstransistor wird nur aktiv, wenn die Modulation freigegeben ist.

Bei Fehler oder Deaktivierung der Modulation durch die Statusmaschine wird auch der GTR7 nicht eingeschaltet.

Der Bremstransistor wird eingeschaltet, sobald die Zwischenkreisspannung die Schwelle überschreitet und ausgeschaltet, sobald die Schwelle unterschritten ist.
Es handelt sich also nicht um ein PWM-Signal, das mit einer festen Frequenz und variablem Aussteuergrad getaktet wird.

Die maximale Schalthäufigkeit ist abhängig von der Zwischenkreisspannungsmessung und beträgt beim F6 250us.

3.4 Betriebsarten

Die Betriebsart ist entscheidend dafür, in welchem Kontext ein H6 Achsmodul betrieben wird. Die Auswahl erfolgt über das Objekt co01:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2501	co01	modes of operation	Auswahl der Betriebsart
0x6060			

Die einzelnen Werte von co01 haben folgende Bedeutung:

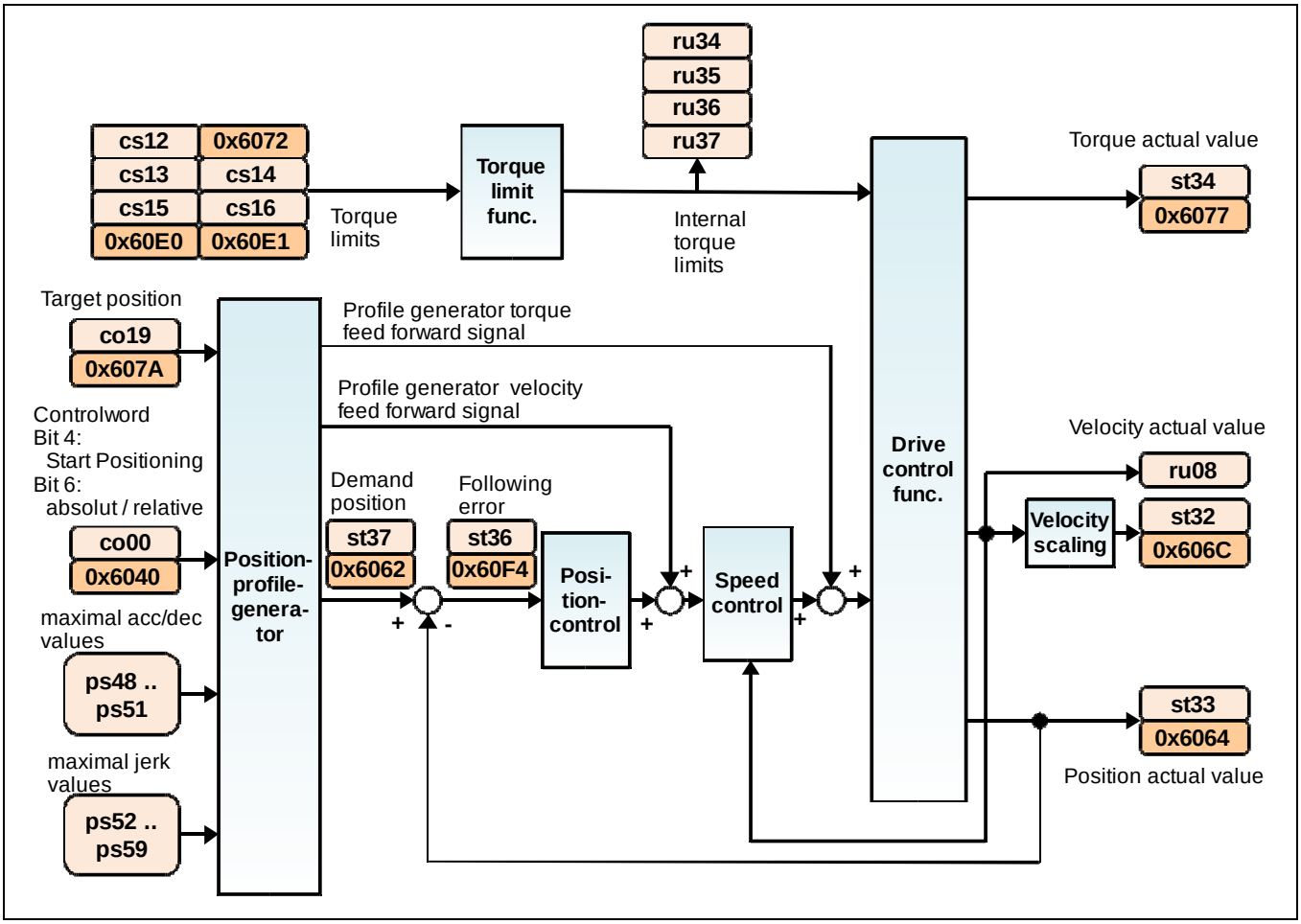
co01	modes of operation	**0x2501**
Wert	Name	Bemerkung
0	no mode change	Bewirkt keine Änderung der Betriebsart
1	profile position mode	Vorgabe der Zielposition durch die Steuerung Erzeugung des Bewegungsprofiles im Antrieb Lage-, Drehzahl- und Momentenregelung im Antrieb
2	velocity mode	Vorgabe der Zieldrehzahl durch die Steuerung Erzeugung des Drehzahlprofiles im Antrieb Drehzahl- und Momentenregelung im Antrieb
3..5	reserved	Reserviert
6	homing mode	Wird zur Festlegung der Referenzposition verwendet
7	reserved	reserviert
8	cyclic sync position mode	Zyklische Vorgabe der Sollposition durch die Steuerung Interpolation der Sollpositionen im Antrieb Lage-, Drehzahl- und Momentenregelung im Antrieb
9	cyclic sync velocity mode	Zyklische Vorgabe der Solldrehzahl durch die Steuerung Lageregelkreis in der Steuerung Interpolation der Solldrehzahl im Antrieb Drehzahl- und Momentenregelung im Antrieb
10	cyclic sync torque mode	Zyklische Vorgabe des Sollmomentes durch die Steuerung Lage- und Drehzahlregelkreis in der Steuerung Interpolation des Sollmomentes im Antrieb Momentenregelung im Antrieb

	Die Betriebsart wird **nicht** nichtflüchtig gespeichert. Nach Power-On ist immer die Betriebsart 2 (velocity mode) eingestellt. Die Steuerung muss die gewünschte Betriebsart beim Systemstart einstellen.

	Grundsätzlich wird zwischen synchronen und nicht synchronen Betriebsarten unterschieden. Bei synchronen Betriebsarten (siehe Synchronisierung) werden alle Sollwerte in einem festen synchronen Zeitraster zu den Antrieben übertragen. Die korrekte Funktion des Antriebes ist nur sichergestellt, wenn Regelraster und Sollwertvorgabe synchronisiert sind. Dies wird durch das SY-Bit im Statuswort angezeigt.

3.4.1 Betriebsart 1 : Profile position mode

Im **Profile position mode** kann der Antrieb eine einzelne Position anfahren oder es können Positionssätze programmiert werden, die nacheinander erreicht, bzw. mit einer definierten Geschwindigkeit durchfahren werden sollen.



Bis zu 5 Positionssätze können in den FIFO-Speicher übernommen werden.
Diese werden jedoch nicht dauerhaft gespeichert, sondern müssen für jeden Neustart vorgegeben werden.

Ein Positionssatz für die Positionierung besteht aus den folgenden Objekten.

- co19 target position
- ps30 profile velocity
- ps31 end velocity
- Bit 6 im Steuerwort, absolute (Bit = 0) oder relative Positionierung (Bit = 1)

Die einzelnen Positionssätze werden gebildet, indem die aktuellen Werte der Parameter co19, ps30, ps31 und dem „absolut / relativ“ Steuerwort-Bit jeweils mit dem Setzen des „Start Positionierung“ Bit im Steuerwort in den FIFO Speicher geschrieben werden.

Start Positionierung erfolgt mit Bit 4 im Steuerwort.
Eine Quittierung erfolgt mit Bit 12 im Statuswort.

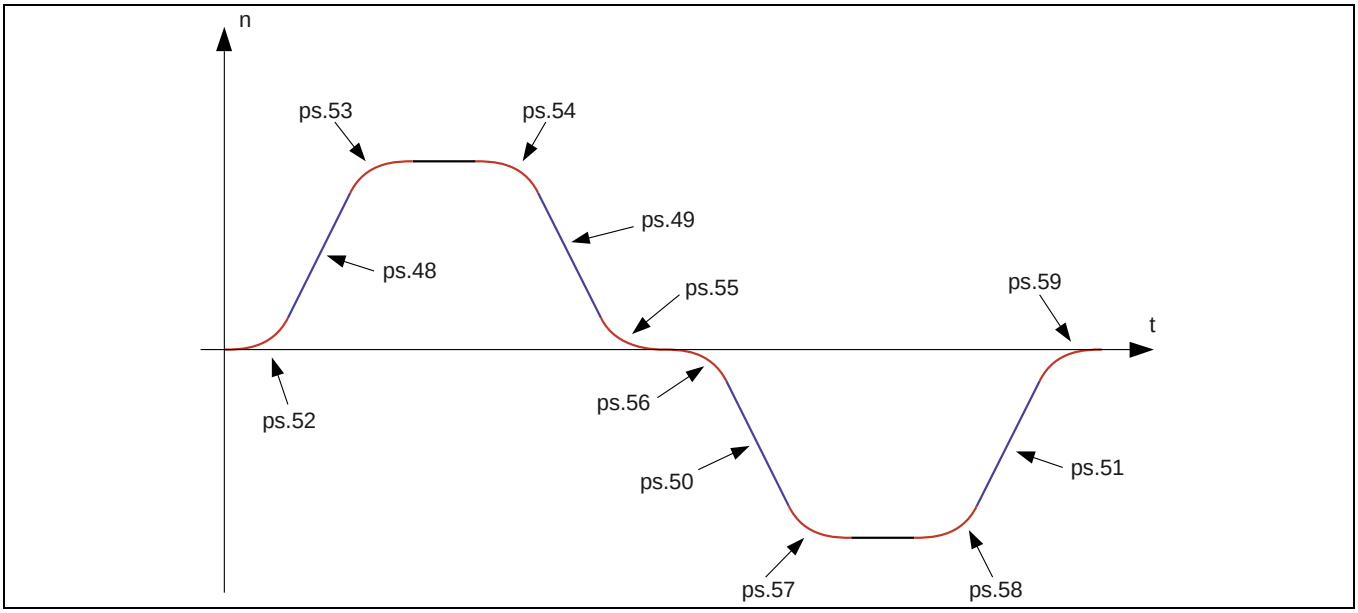
Eine bereits aktive Positionierung kann durch Bit 8 „Halt“ im Steuerwort oder durch die Vorgabe eines neuen Positionssatzes mit dem Bit 5 „change set immediately“ unterbrochen werden.

Wenn eine Positionierung abgeschlossen ist, ist wieder der Sollwert über vl20 / vl21 aktiv.

Somit kann direkt aus dem Betrieb mit Drehzahlsollwert eine Positionierung gestartet werden. Umgekehrt kann direkt nach einer Positionierung mit Enddrehzahl auf den Drehzahlsollwert gewechselt werden.

3.4.1.1 Rampen im Profile position mode

Im Profile position mode werden Drehzahlrampen mit linear ansteigender Beschleunigung unterstützt (S-Kurven).

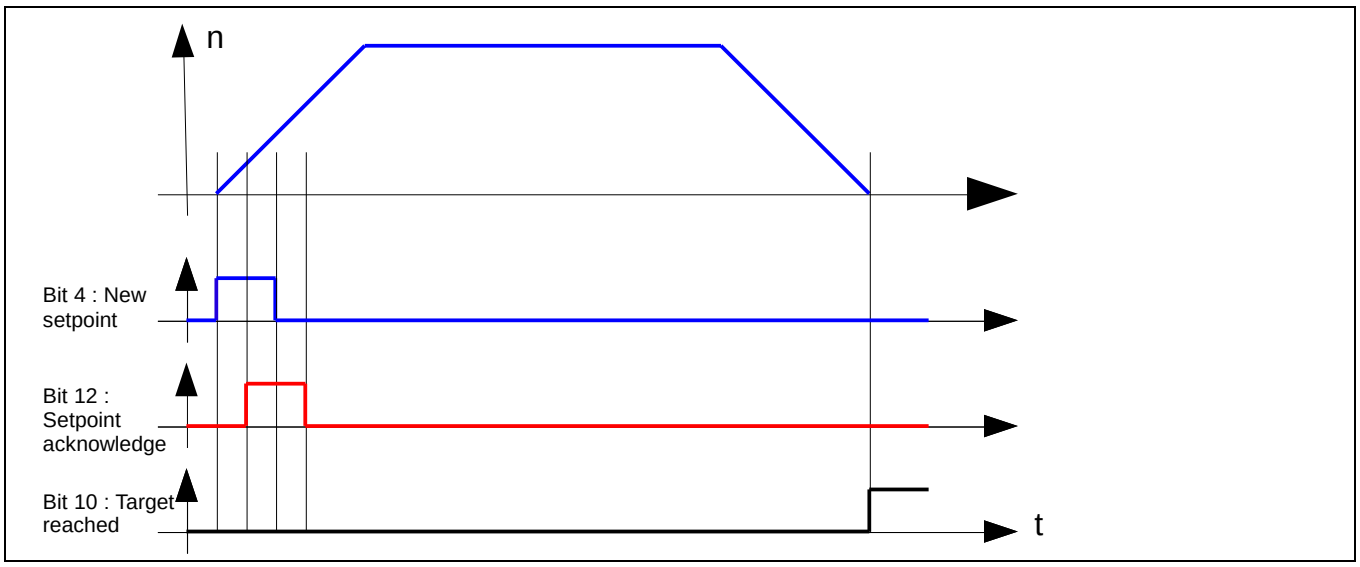


Genauer beschrieben ist der Rampengenerator im Kapitel 3.4.2.3 Rampengenerator Velocity mode.

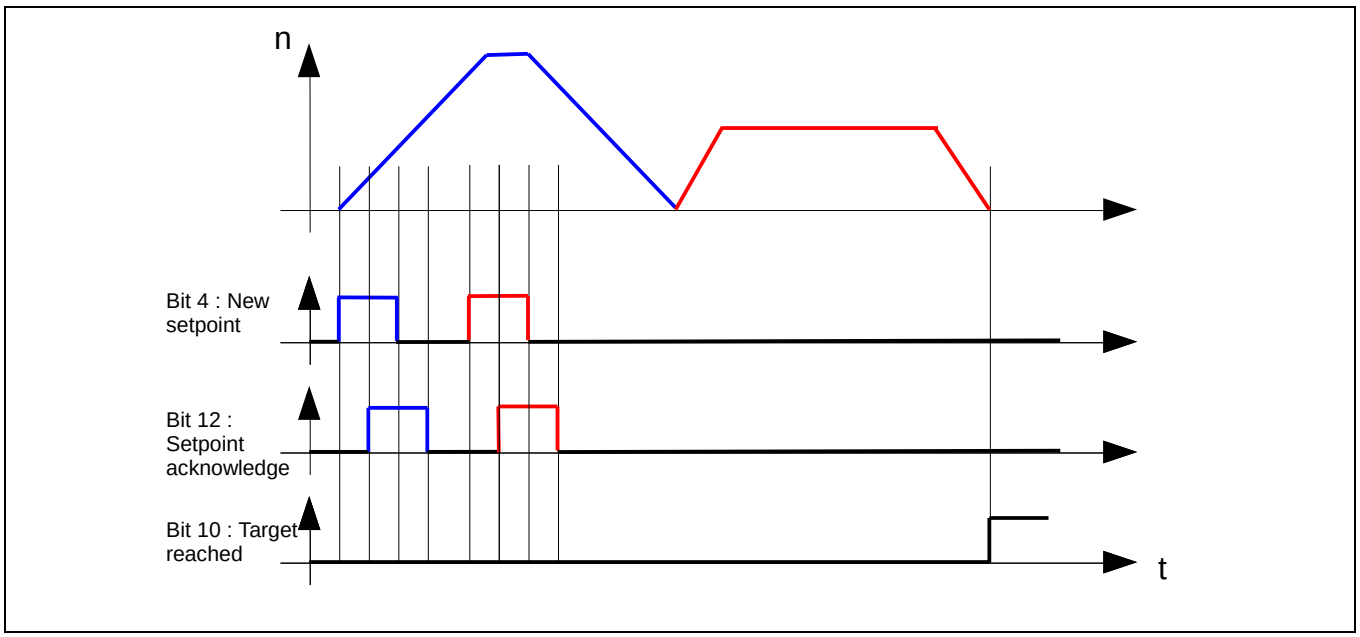
3.4.1.2 Grenzen

Die Maximaldrehzahl wird über ps32 max profile velocity begrenzt. Dieser Wert ist immer gültig, wenn der profile positioning mode aktiv ist. Eine Änderung ist auch bei aktiver Positionierung möglich.
Die Positionssollwert- und Positionsistwert-Grenzen werden im Kapitel 5.5.1 Positionswerte beschrieben.

3.4.1.3 Einzelpositionierung (single set-point)

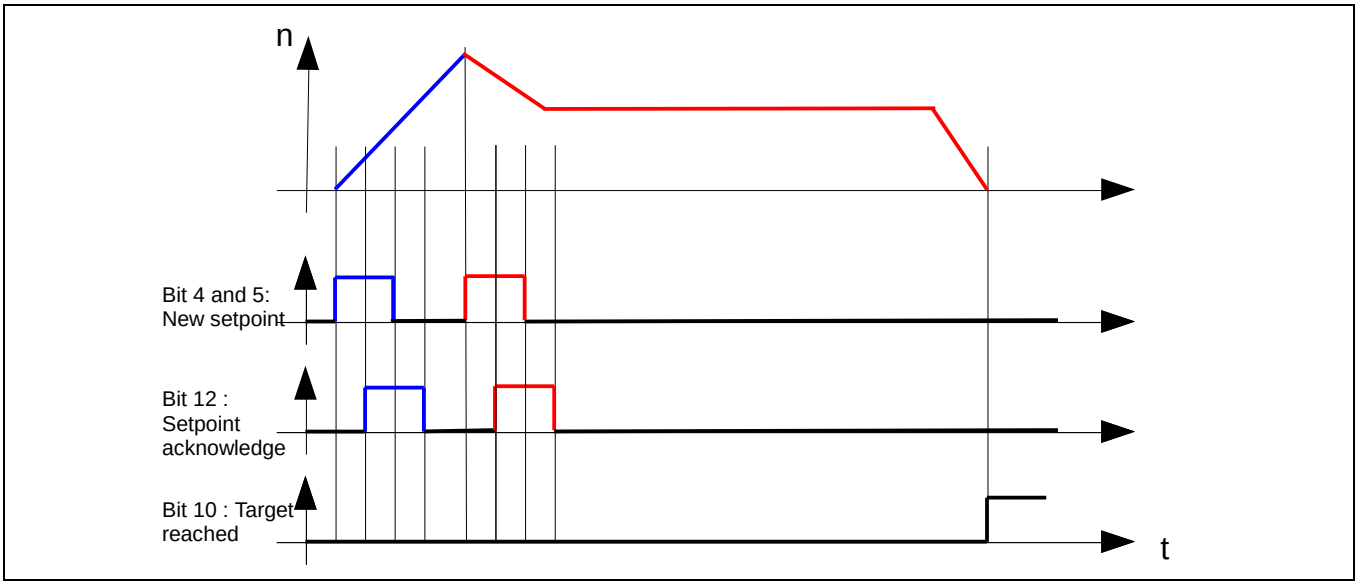


3.4.1.4 Multipositionierung (Set of set-points)



Hier wird die zweite Position erst angefahren, nachdem die erste Positionierung beendet ist. Es existiert ein FIFO Speicher mit 5 Einträgen, um weitere Positionssätze aufzunehmen. Ist dieser interne Speicher belegt, wird das Acknowledge Bit im Statuswort gesetzt bleiben, bis wieder ein Speicherplatz verfügbar ist.

3.4.1.5 Neustart in einer Positionierung (Change set immediately)



In diesem Fall wird während einer Einzelpositionierung eine weitere Positionierung gestartet, wobei zusätzlich das Bit 5 im Steuerwort gesetzt ist. Anschließend werden alle bestehenden Positionssätze gelöscht und mit dem neuen Positionssatz fortgesetzt.

3.4.1.6 Schleppfehler

In allen Betriebsarten mit aktivem Lageregler kann der Schleppfehler (st36 following error) überwacht werden. Die Beschreibung der Schleppfehlerüberwachung befindet sich in Kapitel 5.5.4 Schleppfehler.

3.4.1.7 Ziel erreicht

Das Bit 10 im Statuswort „target reached“ wird nur im profile positioning mode verwaltet.

Das Bit „target reached“ wird nur gesetzt, wenn sich kein weiterer Positionssatz im FIFO befindet (d.h. nicht sofort eine Folge-Positionierung gestartet wird).

Das Verhalten ist abhängig von der Einstellung in ps31 end velocity.

Das Bit „target reached“ ist wie folgt definiert:

<table>
<tr><th>ps31 (end velocity) ≠ 0</th><th>ps31 (end velocity) = 0</th></tr>
<tr><td rowspan="2">das Vorsteuerprofil bei der Zieleinfahrt ist abgelaufen</td><td>das Vorsteuerprofil bei der Zieleinfahrt ist abgelaufen</td></tr>
<tr><td>• Mit ps14 positioning window wird ein Positionsfenster symmetrisch zur Zielposition definiert (Positionsfenster = Zielposition +/- ps14).
• Mit ps15 positioning window time wird die Zeit definiert, die sich der Antrieb in diesem Zielfenster befinden muss.
➢ Der Antrieb befindet sich für die Zeit ps15 im Zielfenster (Zielposition +/- ps14).</td></tr>
</table>

3.4.1.8 Index Posititionierung (nur F6)

Für den pp-mode ist eine Unterbetriebsart implementiert mit der sich bis zu 32 verschiedene Positionen durch die digitalen Eingänge anwählen lassen.

Die Positionen lassen sich durch ps42 verknüpfen, somit ist eine Ablaufsteuerung möglich.

Die Positionierung wird durch Bit 4 im Steuerwort gestartet.
Dies kann z.b. mit di12 und di13 auch mit einem Digitaleingang erfolgen (siehe Kapitel 6.1.7 Controlword / Index-Funktionen der digitalen Eingänge (nur F6)).

Eine bereits aktive Positionierung kann durch Bit 8 „Halt“ im Steuerwort beendet werden.
Dies ist ebenfalls z.B. mit di14 und di15 mit einem Digitaleingang zu erledigen.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2E26	ps38	posi operation mode	Schaltet zwischen pp-Mode mit FIFO und der Index Positionierung um.
0x2E27	ps39	index position	Array[32] der über die Eingänge anwählbaren Positionen.
0x2E28	ps40	index speed	Array[32] Solldrehzahl für diesen Positionsindex
0x2E29	ps41	index end speed	Array[32] Drehzahlsollwert für Sollposition
0x2E2A	ps42	next index	Array[32] Folgeindex für Automatische Abfolge von Positionen
0x2E2B	ps43	index mode	Array[32] Positioniermode
0x2E2C	ps44	immedialety input	Maske um einen Eingang zum Abbruch einer Index Positionierung zu generieren
0x2E2D	ps45	immediately index	Indexauswahl für den Abbruch

ps38	posi operation mode	
Wert	Name	Bemerkung
0	pp-mode	profile position mode mit FIFO Positionen müssen für jeden Start neu vorgegeben werden.
1	index selection	index positioning Bis zu 32 Positionssätze sind im Gerät gespeichert und können nach einem definierten Ablauf durchfahren werden.

Mit ps41 index end speed wird der Drehzahlsollwert an der zugehörigen ps39 index position vorgegeben.
Dieser Sollwert muss immer kleiner als der Drehzahlsollwert während der Positionierung mit ps40 sein.
Desweiteren kann der Drehzahlsollwert auch während der Positionierung mit ps32 verringert werden.

ps42	next index	
Wert	Name	Bemerkung
-1	off	Einzelpositionierung Die Positionierung ist beendet sobald die aktuelle index postion erreicht ist.
0 …31	nächster index	Sobald die Position des aktuellen Indexes erreicht ist wird auf den nächsten index umgeschaltet.

ps43	index mode	
Wert	Name	Bemerkung
0	relative	Relative Positionierung.
1	absolute	Absloute Positionierung
2	shortest path selection	Round table mode mit Anfahrt auf dem kürzesten Wege
3	forward	Round table mode, Anfahrt nur vorwärts
4	reverse	Round table mode, Anfahrt nur rückwärts
5	relative to zero	Anfahrt einer Absoluten Position innerhalb einer Motorumdrehung (Werkzeugwechsel)

Mit ps44 und ps45 kann eine laufende Index Positionierung abgebrochen werden und auf einen alternativen Ablauf programmiert werden.
Die Bedingung dafür kann z.B. den Softwareausgängen OA … OD über die do-Objekte zugewiesen werden.

Bei der Index Positionierung gibt es keine negative Quittierung.
Dies bedeutet, dass die neue Position immer übernommen wird.
Dadurch sind auch Positionssollwerte möglich, die mit Einhaltung der derzeitigen Sollwertrampen nicht zu erreichen sind.
Die Indexpositionen müssen in der Art korrigiert werden, dass die Distanz zur neuen Sollposition auch mit den gültigen Rampen erreichbar ist.

3.4.1.9 Rundtisch-Positionierung

Für die Positionierung von Drehtischen oder ähnlichem ist eine Positionierung über 360° möglich. Positionen auf diesem Kreis können von beiden Richtungen angefahren werden. Die Referenzierung kann z.B. bei einem nicht geradzahligen Getriebefaktor überwacht werden.

Die Definition des Wertebereiches des Rundtisches erfolgt entsprechend der allgemeinen Soll- / Istpositions-Grenzen und ist im Kapitel 5.5.1 Positionswerte beschrieben.

Auch die zyklische Referenzierung ist in allen positionsgeregelten Betriebsarten möglich und wird daher im Kapitel 5.5.3

Zyklische Referenzierung beschrieben.

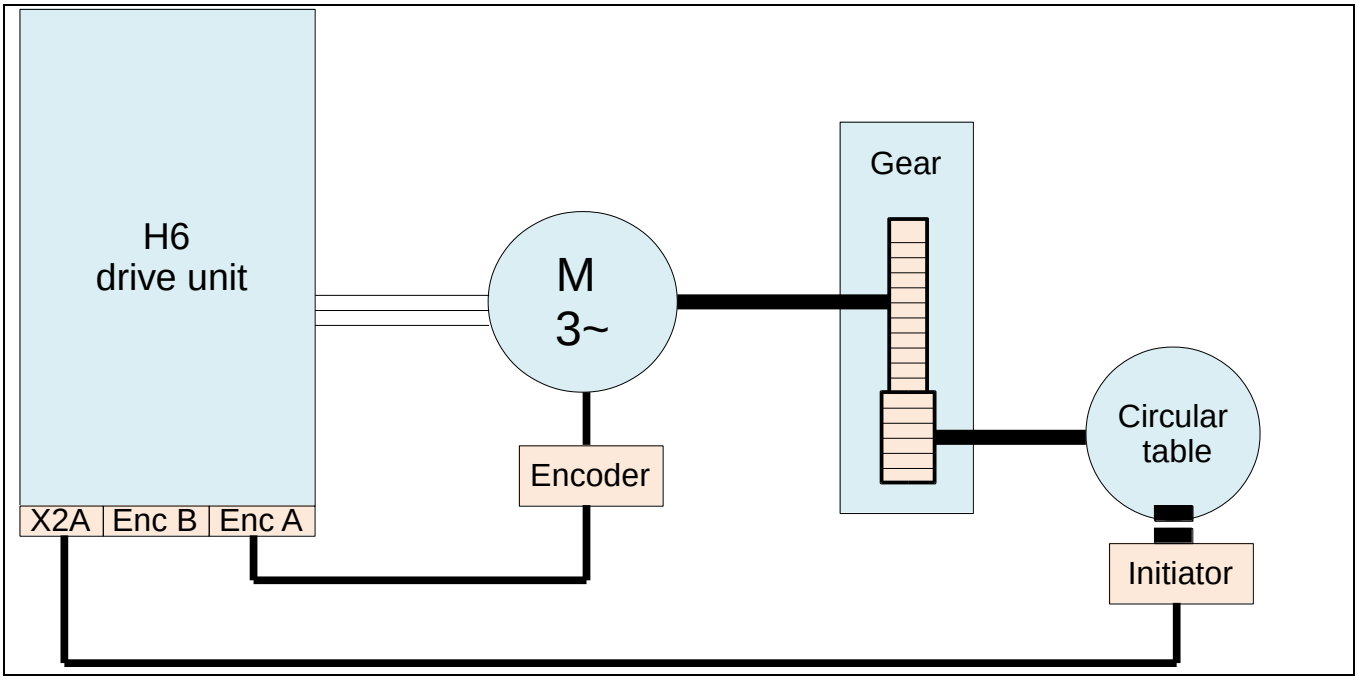
3.4.1.9.1 Positionierung

Die im co00 controlword mit Bit 6 = 0 ausgewählte absolute Positionierung kann mit ps33 absolute positioning auf die sinnvollen Betriebsarten für eine Rundtischpositionierung angepasst werden.

- 0: on =>
  Absolute Positionierung, nicht für Rundtischpositionierung
- 1: shortest path selection =>
  Das Achsmodul bestimmt hierbei immer den kürzesten Weg zum Ziel und wählt die entsprechende Drehrichtung aus.
- 2: forward =>
  Um z.B. ein Getriebespiel auszugleichen erfolgt die Positionierung immer nur in einer Drehrichtung.
- 3: reverse =>
  Entsprechend wie 2.
- 4: relative to zero =>
  Positionierung von einem beliebigen konstanten Drehzahlsollwert auf eine feste Rotorlage des Antriebs. Der Weg wird dabei durch die Rampen vorgegeben (z.B. Werkzeugwechsel).

3.4.1.9.2 Beispiele

3.4.1.9.2.1 Motorgeber mit Initiator am Rundtisch

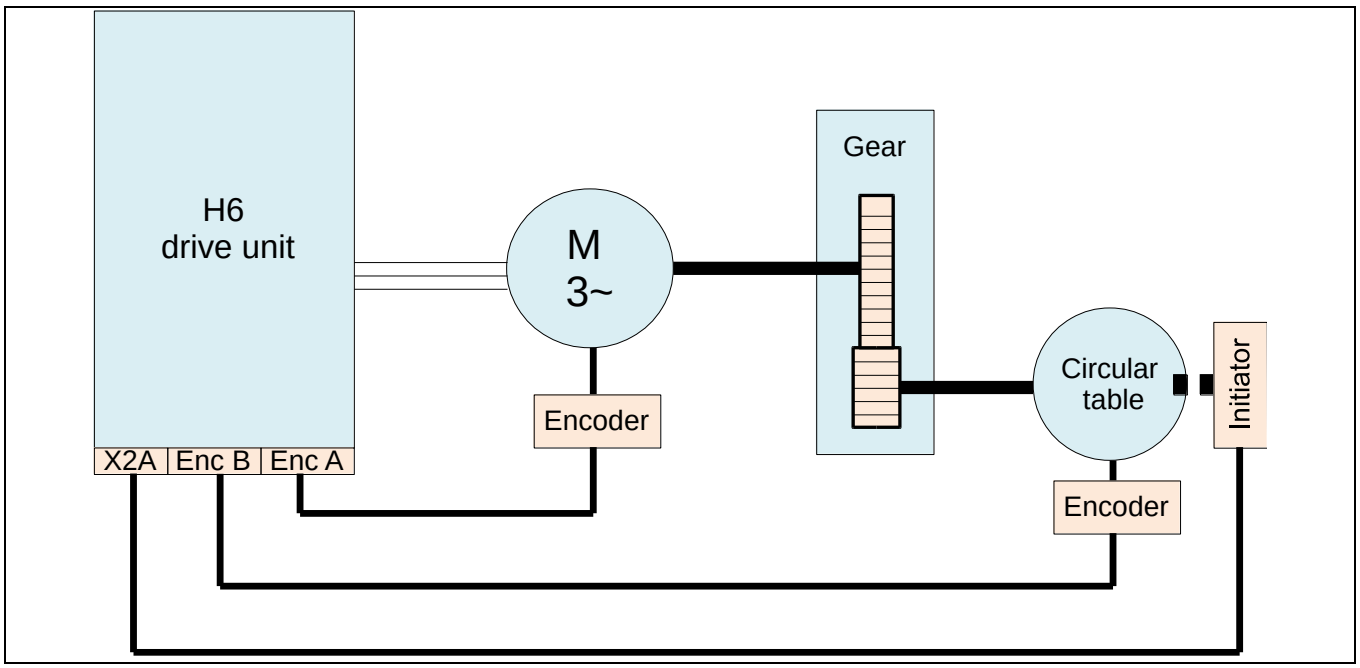


In diesem Beispiel wird der Wertebereich des Rundtisches nur durch einen Initiator überwacht.

Ein nicht ganzzahliger Getriebefaktor kann ausgeglichen werden.

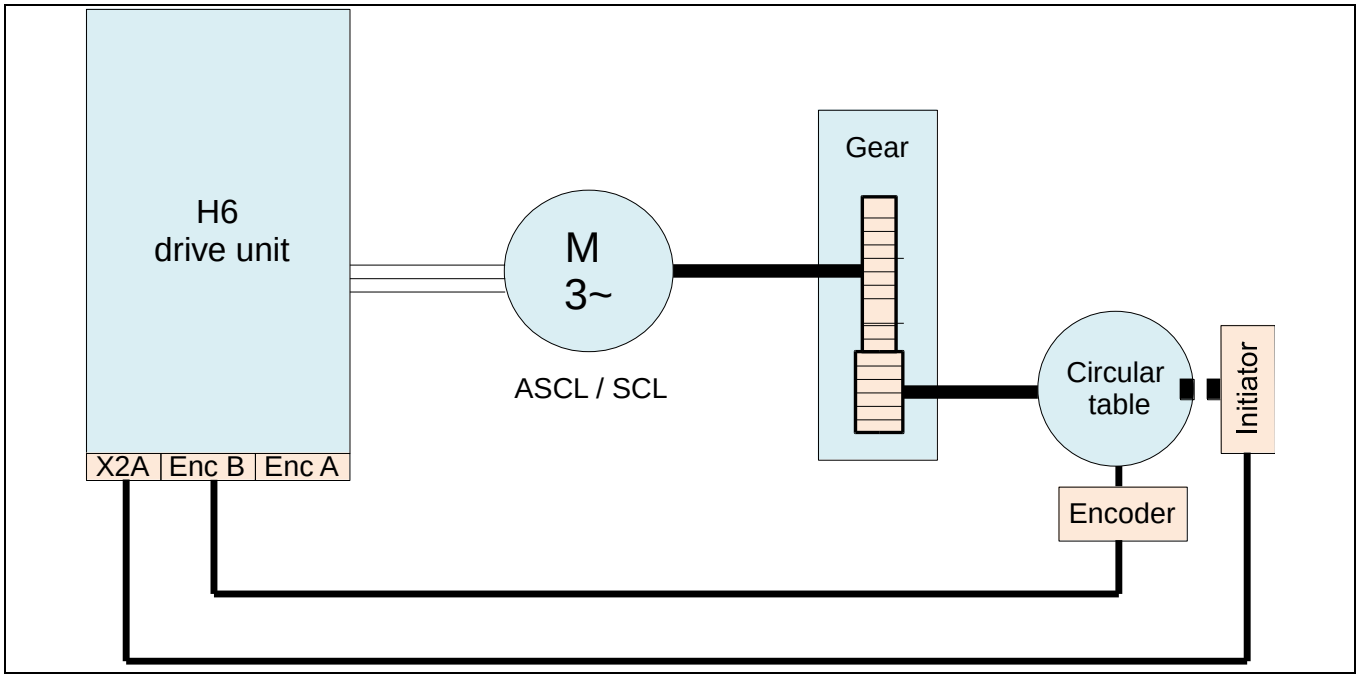
Ein evtl. vorhandenes Getriebespiel soll dadurch berücksichtigt werden, dass die Positionen nur mit einer festen Drehrichtung angefahren werden (ps33 = 2 oder 3).

3.4.1.9.2.2 Motorgeber mit Geber und Initiator am Rundtisch



Dies ist die aufwändigste Konfiguration.
Es bestehen alle Möglichkeiten. Getriebespiel kann ausgeglichen werden.

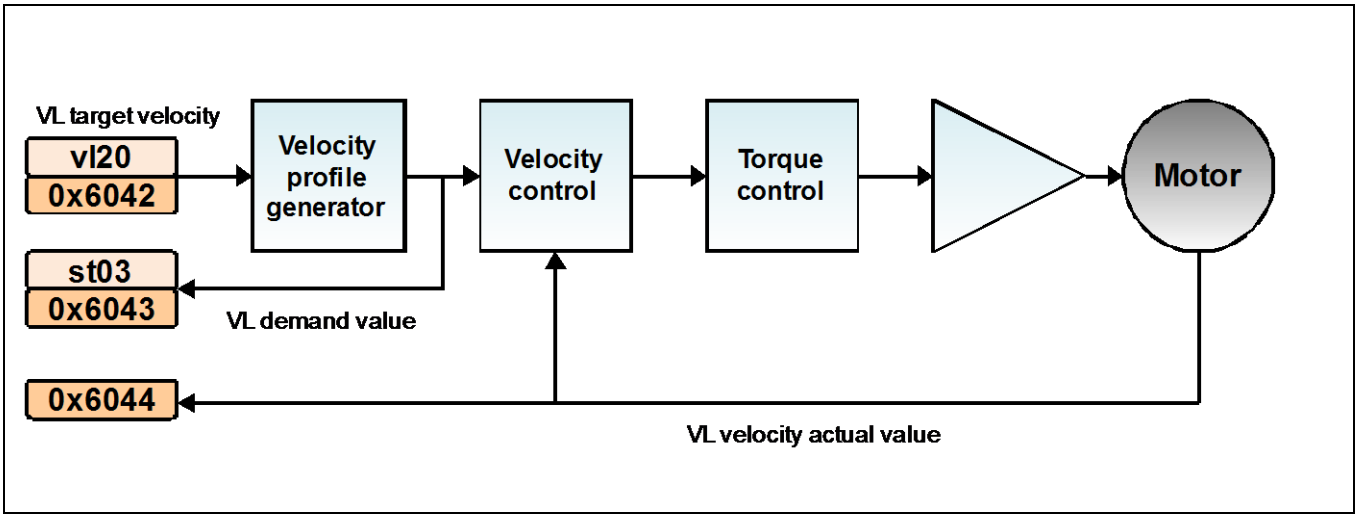
3.4.1.9.2.3 Betrieb mit Motormodell und Geber mit Initiator am Rundtisch



In diesem Beispiel beim Betrieb mit Motormodell wird kein Geber am Motor benötigt, trotzdem besteht auch hier die Möglichkeit Getriebespiel auszugleichen.

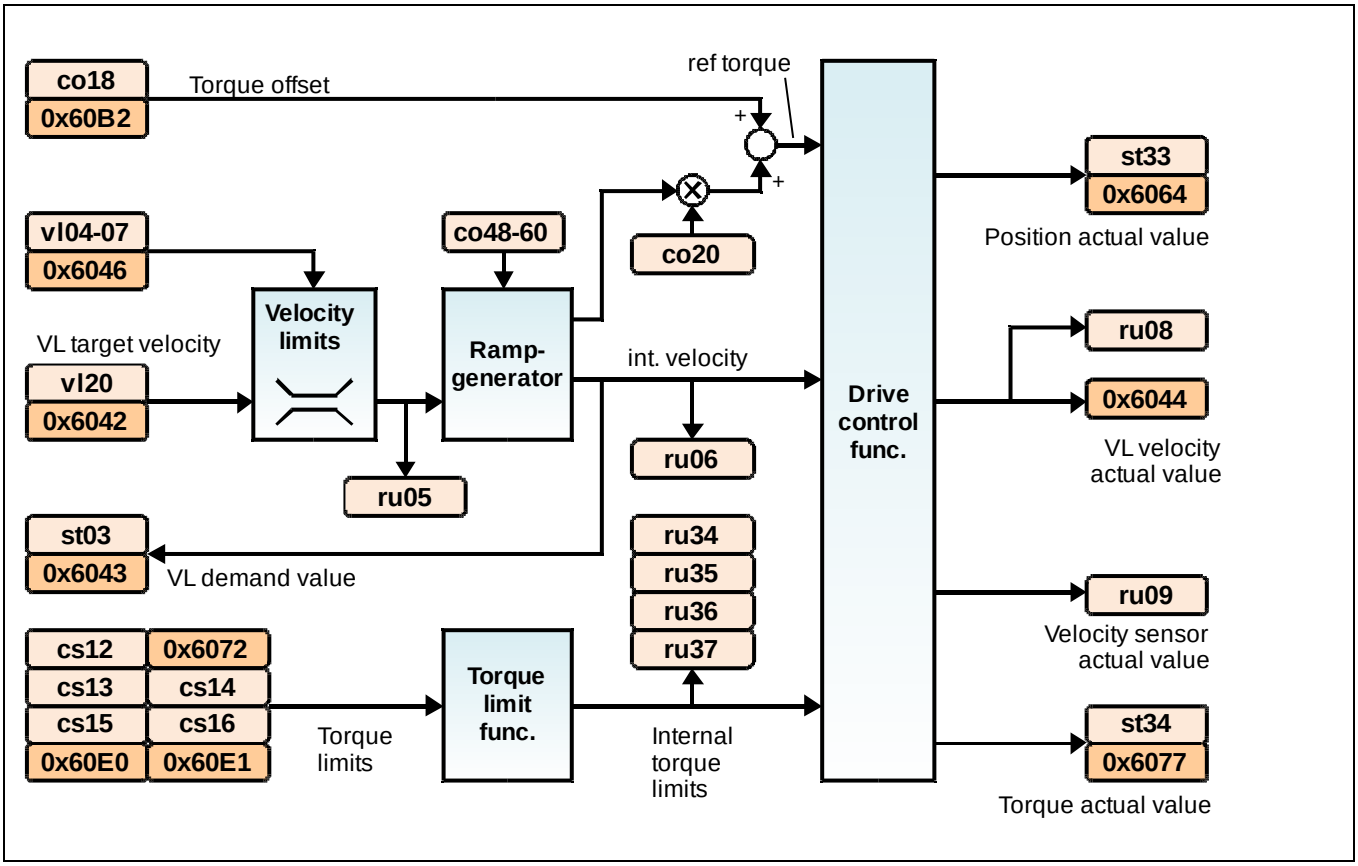
3.4.2 Betriebsart 2 : Velocity mode

In der Betriebsart „Velocity mode“ wird von der übergeordneten Steuerung die Zielgeschwindigkeit vorgegeben. Die Generierung des Drehzahlprofils und der Drehzahlregelkreis liegen im Antrieb. Das folgende Bild zeigt die prinzipielle Funktionsweise.



Die gelben Elemente bezeichnen die KEB spezifischen Objekte, die orange eingefärbten Objekte bezeichnen die entsprechenden Objekte des CiA402 Profils.

Die Funktionsweise der einzelnen Objekte kann durch verschiedene weitere Funktionsblöcke beeinflusst werden. Das folgende Bild zeigt eine detaillierte Beschreibung der Betriebsart.



Die Zieldrehzahl wird über vl20 vl target velocity vorgegeben.

Die Auflösung beträgt 1 min^{-1}.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2314	vl20	vl target velocity	Vorgabe der Zieldrehzahl
0x6042			

3.4.2.1 Vorgabe mit höherer Auflösung

Zusätzlich gibt es einen Parameter, der nicht in der Spezifikation zum Velocity mode definiert ist, in dem die Solldrehzahl mit einer höheren Auflösung vorgegeben werden kann.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2315	vl21	target velocity high res	Vorgabe der Zieldrehzahl / Auflösung: 1 U/min => 8192

Die beiden Parameter werden zu einer gemeinsamen Zieldrehzahl addiert.

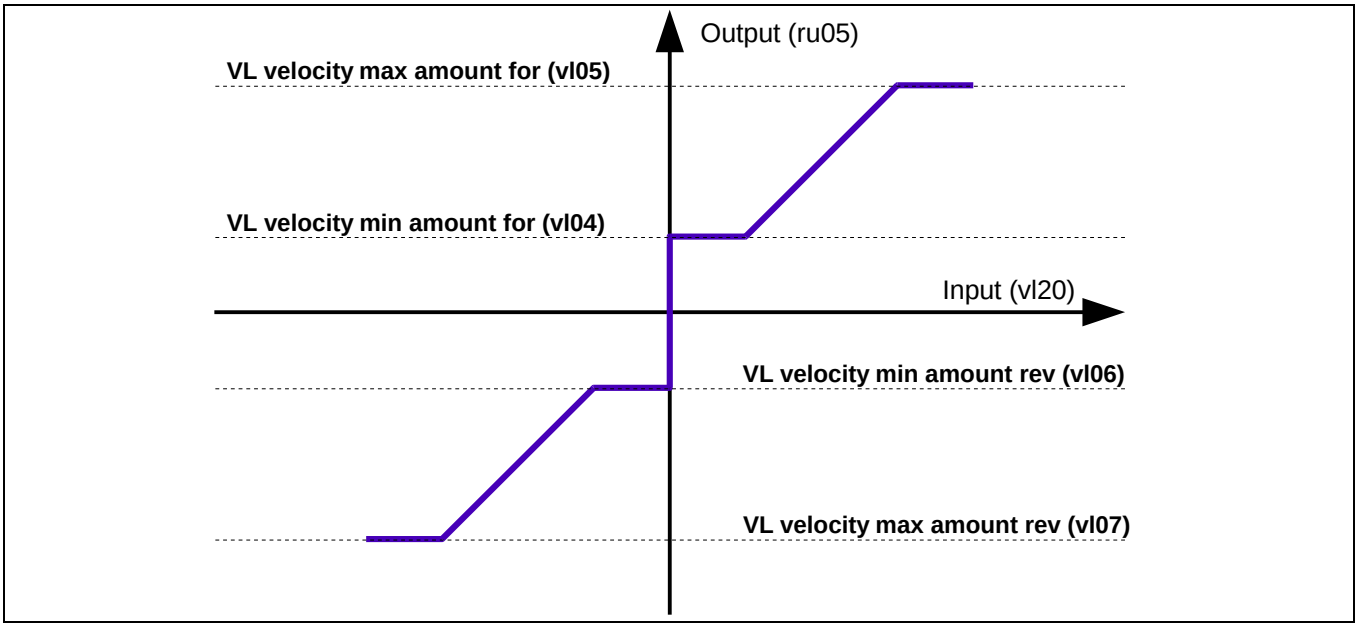
3.4.2.2 Zieldrehzahlbegrenzung

Die Zieldrehzahl wird im Funktionsblock Velocity limits begrenzt. Die Einstellung erfolgt über folgende Objekte.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2304	vl04	vl velocity min amount for	Minimaldrehzahl in Drehrichtung FOR (pos. Drehzahlen)
0x2305	vl05	vl velocity max amount for	Maximaldrehzahl in Drehrichtung FOR (pos. Drehzahlen)
0x2306	vl06	vl velocity min amount rev	Minimaldrehzahl in Drehrichtung REV (neg. Drehzahlen)
0x2307	vl07	vl velocity max amount rev	Maximaldrehzahl in Drehrichtung REV (neg. Drehzahlen)

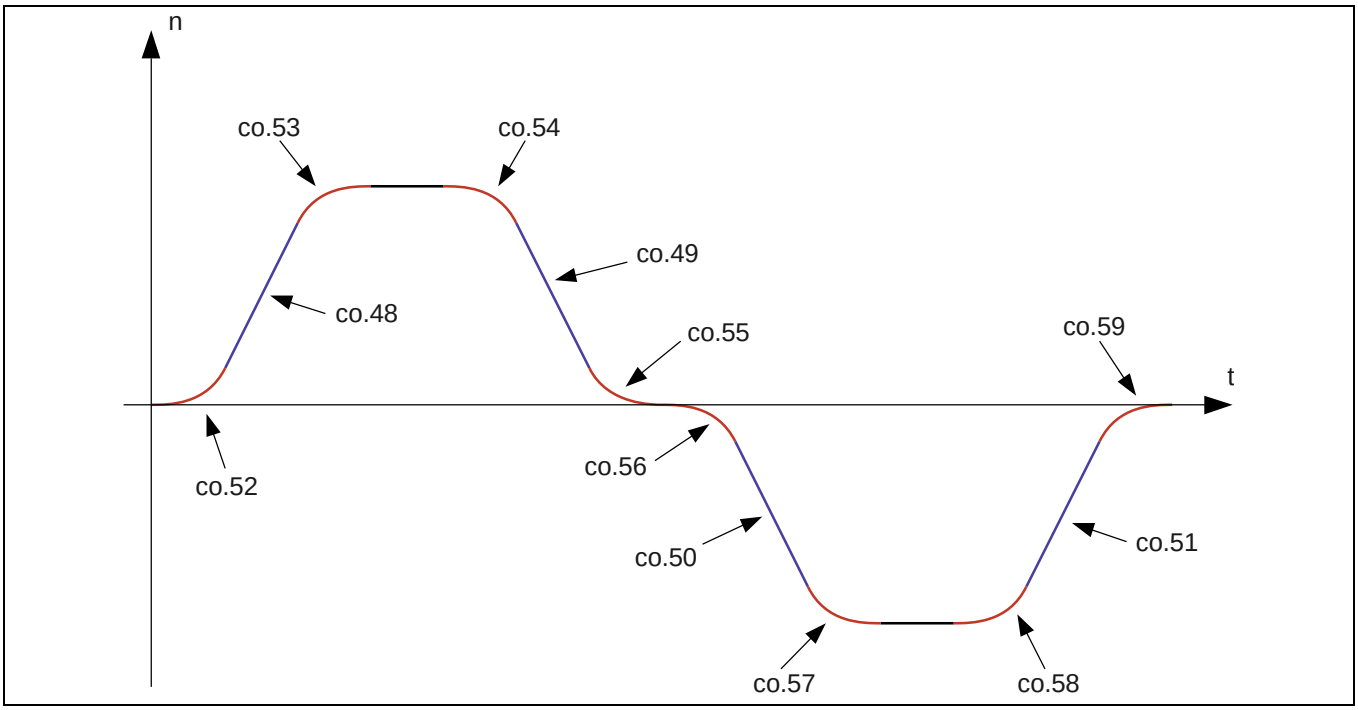
Index	Subidx	Id-Text	Name	Funktion
0x6046	1		vl velocity min amount	Minimaldrehzahl FOR und REV
0x6046	2		vl velocity max amount	Maximaldrehzahl FOR und REV

Bei der Vorgabe der Grenzen über die Profilobjekte werden die Grenzen für beide Drehrichtungen gesetzt.


Output (ru05)
VL velocity max amount for (vl05)
VL velocity min amount for (vl04)
Input (vl20)
VL velocity min amount rev (vl06)
VL velocity max amount rev (vl07)

3.4.2.3 Rampengenerator

Der Rampengenerator unterstützt lineare Rampen und solche mit linear ansteigender Beschleunigung (S-Kurven). Desweiteren kann das Verhalten bei Drehrichtungswechsel flexibel parametriert werden.



3.4.2.3.1 Maximale Beschleunigung / Verzögerung

Die maximale Beschleunigung bzw. Verzögerung wird über die folgenden Objekte parametriert. Die Auflösung der Werte beträgt 1/100 s^{-2}.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2530	co48	acceleration for [s-2]	Maximale Beschleunigung bei Drehrichtung FOR (pos. Drehzahlen)
0x2531	co49	deceleration for [s-2]	Maximale Verzögerung bei Drehrichtung FOR (pos. Drehzahlen)
0x2532	co50	acceleration rev [s-2]	Maximale Beschleunigung bei Drehrichtung REV (neg. Drehzahlen)
0x2533	co51	deceleration rev [s-2]	Maximale Verzögerung bei Drehrichtung REV (neg. Drehzahlen)

- **Beispiel:**

Welche Beschleunigung liegt vor, wenn ein Antrieb in 1s von 0 auf 1000 min^{-1} beschleunigt?
$a = \Delta n/\Delta t = 1000 / 60\ s^{-1} / 1\ s^{-1} = 16{,}67\ s^{-2}$

3.4.2.3.2 Ruckbegrenzung

Die maximale Beschleunigungsänderung (Ruck) wird über die folgenden Objekte parametriert. Die Auflösung der Werte beträgt 1/100 s^{-3}.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2534	co52	for acc jerk ls [s-3]	Maximaler Ruck bei Beschleunigung in Drehrichtung FOR (kleine Drehzahl)
0x2535	co53	for acc jerk hs [s-3]	Maximaler Ruck bei Beschleunigung in Drehrichtung FOR (hohe Drehzahl)
0x2536	co54	for dec jerk hs [s-3]	Maximaler Ruck bei Verzögerung in Drehrichtung FOR (hohe Drehzahl)
0x2537	co55	for dec jerk ls [s-3]	Maximaler Ruck bei Verzögerung in Drehrichtung FOR (kleine Drehzahl)
0x2538	co56	rev acc jerk ls [s-3]	Maximaler Ruck bei Beschleunigung in Drehrichtung REV (kleine Drehzahl)
0x2539	co57	rev acc jerk hs [s-3]	Maximaler Ruck bei Beschleunigung in Drehrichtung REV (hohe Drehzahl)
0x253A	co58	rev dec jerk hs [s-3]	Maximaler Ruck bei Verzögerung in Drehrichtung REV (hohe Drehzahl)
0x253B	co59	rev dec jerk ls [s-3]	Maximaler Ruck bei Verzögerung in Drehrichtung REV (kleine Drehzahl)

- **Beispiel:**

Die Beschleunigung im vorherigen Beispiel soll nach einer Sekunde erreicht sein.

$r = \Delta a/\Delta t$

Für unseren Fall mit einem konstanten Ruck ergibt das:

$r = a / t = 16{,}67 s^{-2} / 1s = 16{,}67\ s^{-3}$

3.4.2.3.3 Betriebsarten des Rampengenerators

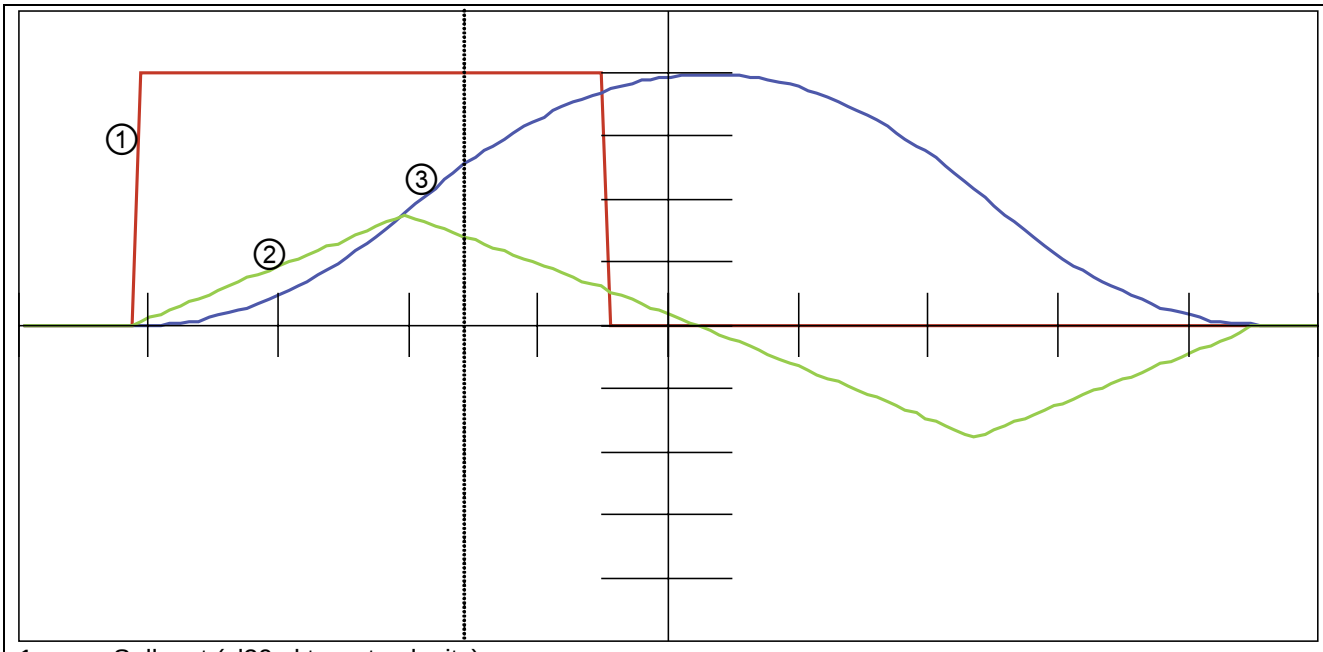
Das Verhalten des Rampengenerators kann über das Objekt co60 ramp mode an die Anforderungen der Applikation angepasst werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x253C	co60	ramp mode	Betriebsverhalten des Rampengenerators

Die Bits in co60 haben folgende Funktionen:

co60	ramp mode		0x253C
Bit	Funktion	Wert	Funktion
0	ramp type	0	S-Kurven
		1	Lineare Rampen
1	linear ramp acc/dec	0	co48-51
		2	co48 für alle max. Beschleunigungen
2	s-curve type	0	Funktion siehe Grafik
		4	
3	pass zero type	0	Funktion siehe Grafik
		8	

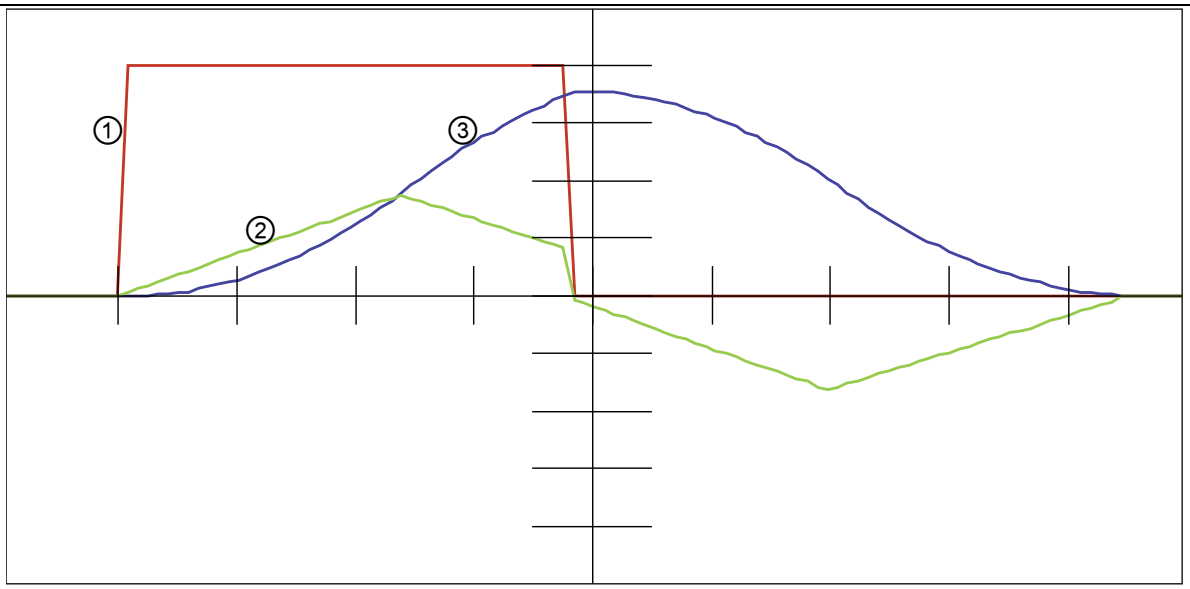
s-curve type = 0



1: Sollwert (vl20 vl target velocity)
2: Beschleunigung (definiert durch co48 .. co59)
3: Rampenausgangswert (ru06 ramp out display)

Aktuelle Beschleunigung wird mit aktuellem Ruck bis auf den neuen Sollwert geändert. Es gibt keinen Sprung in der Beschleunigung.

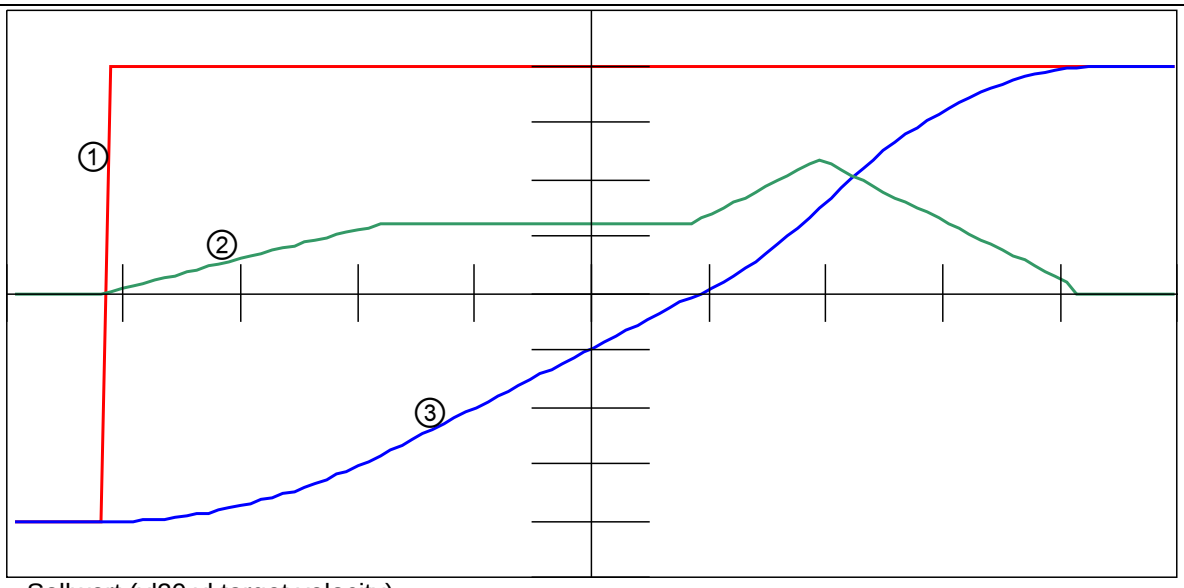
s-curve type = 4



1: Sollwert (vl20 vl target velocity)
2: Beschleunigung (definiert durch co48 .. co59)
3: Rampenausgangswert (ru06 ramp out display)

Die aktuelle Beschleunigung wird sofort auf 0 begrenzt, wenn der Sollwert kleiner als der Istwert wird. In der Beschleunigung gibt es an dieser Stelle einen Sprung auf 0.

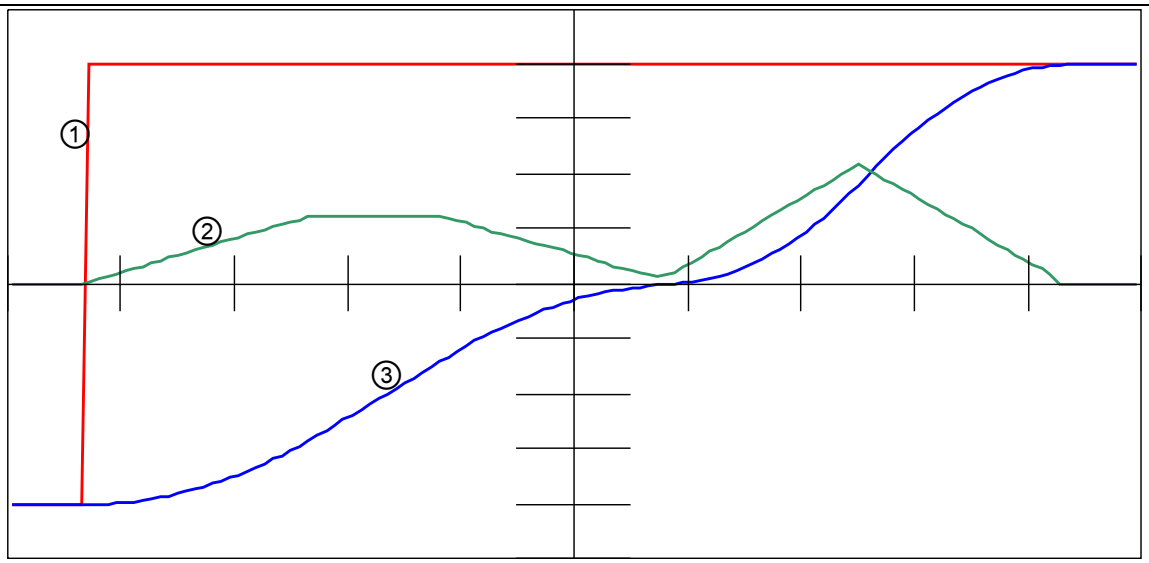
pass zero type = 0



1: Sollwert (vl20 vl target velocity)
2: Beschleunigung (definiert durch co48 .. co59)
3: Rampenausgangswert (ru06 ramp out display)

Die Beschleunigung bleibt auf dem aktuellen Wert, wenn der Rampen-Ausgang das Vorzeichen wechselt. Wenn die Beschleunigung, wie in diesem Beispiel, in der anderen Drehrichtung einen anderen Wert hat, ändert sich die Beschleunigung mit dem aktuellen Ruck auf den neuen Wert.

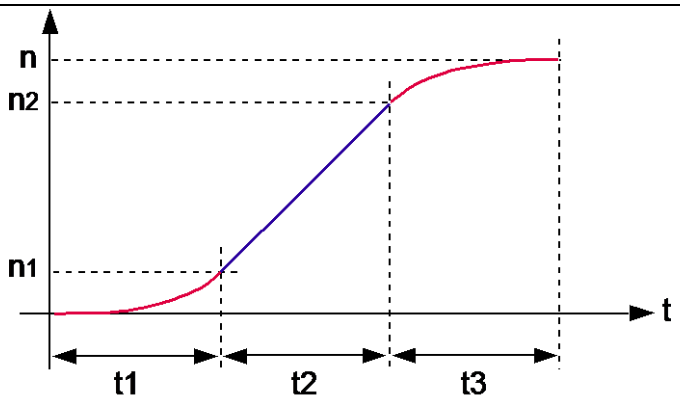
pass zero type = 8



1: Sollwert (vl20 vl target velocity)
2: Beschleunigung (definiert durch co48 .. co59)
3: Rampenausgangswert (ru06 ramp out display)

Die Beschleunigung wird auf 0 abgebaut, wenn der Rampenausgang das Vorzeichen wechselt.

- **Berechnungsbeispiel mit Zeitvorgaben:**



Gegeben sei ein Beschleunigungsprofil nach der obigen Grafik. Bekannt ist die Solldrehzahl n sowie die drei Zeitabschnitte t_1, t_2 und t_3.

n = 1000min^{-1} = 16,62 s^{-1}, t_1 = 1 s, t_2 = 2 s, t_3 = 3 s

Berechnen der konstanten Beschleunigung a im zweiten Zeitabschnitt t_2:

$$a = \frac{n}{\frac{t1}{2} + t2 + \frac{t3}{2}} \qquad a = \frac{16{,}67s^{-1}}{\frac{1s}{2} + 2s + \frac{3s}{2}} = 4{,}17s^{-2}$$

Der so gewonnene Wert für die Beschleunigung wird unter co48 eingetragen.

Berechnung des Ruckes r_1 im ersten Zeitabschnitt t_1:

$$r1 = \frac{a}{t1} \qquad r1 = \frac{4{,}17s^{-2}}{1s} = 4{,}17s^{-3}$$

Der ermittelte Wert für den Ruck r1 kann unter co52 eingestellt werden.

Berechnung des Ruckes r_3 im dritten Zeitabschnitt t_3:

$$r3 = \frac{a}{t3} \qquad r1 = \frac{4{,}17s^{-2}}{3s} = 1{,}39s^{-3}$$

Der ermittelte Wert für den Ruck r3 kann unter co53 eingestellt werden. Der Vollständigkeit halber kann man, wenn man möchte, noch die Geschwindigkeiten n_1 und n_2 an den Übergängen berechnen:

$$n1 = \frac{a * t1}{2} \qquad n1 = \frac{4{,}17s^{-2} * 1s}{2} = 2{,}08s^{-1}$$

$$n2 = n1 + a * t2 \qquad n2 = 2{,}08s - 1 + 4{,}17s - 2 * 2s = 10{,}42s - 1$$

Die gleichen Formeln gelten auch für den Fall, dass man keine konstante Beschleunigung hat. Die S-Kurven gehen dann ineinander über. In diesem Fall ist t_2 einfach 0.

3.4.3 Betriebsart 6 : Homing mode

Der Homing mode ist komplett nach der IEC 61800-7-200 implementiert, ausführliche Informationen befinden sich in diesem Dokument ab Seite 1073 (Homing Mode).

Grundsätzlich wird zwischen Master basiertem und Slave basiertem Homing unterschieden.

Bei Master basiertem Homing wird der Antrieb in einer beliebigen Betriebsart bis auf die gewünschte Position verfahren. Anschließend wird die Istposition mit hm00 homing offset überschrieben. Dabei kann z.B. durch die Touch probe function die Istposition durch einen Digitaleingang oder bei einem Nullsignal des Gebers abgetastet werden. Der Master kann diese Informationen über hm12 und hm13 auslesen und entsprechend auswerten.

Beim Slave basiertem Homing führt der Umrichter eine eigenständige Suche nach der Homeposition durch.

Die gewünschte Homing Method wird zunächst unter hm01 ausgewählt. Voreingestellt ist Method 35, bei der nur die Istposition mit der Position unter hm00 überschrieben wird. Nur diese Method kann für Master basiertes Homing verwendet werden. Alle anderen Methoden sind demnach Slave basiertes Homing.

Zum Starten des Homing modes muss sich der Umrichter im Status Operation enable in der Betriebsart 6: Homing befinden.
Gestartet wird der Homing mode durch die positive Flanke beim Setzen von Bit4 im Steuerwort. (Op. Mode spec. 1)

Im Beispiel mit Method 35 wird die Istposition jetzt direkt mit dem Homing Offset überschrieben. Der Homing Mode wird dann durch das Rücksetzten von Bit 4 im Steuerwort beendet.

Bit13	Bit12	Bit10	Definition
0	0	0	Homing procedure is in process
0	0	1	Homing procedure is interrupted or not started
0	1	0	Homing is attained, but target is not reached
0	1	1	Homing procedure is completed successfully
1	0	0	Homing error occurred, velocity is not 0
1	0	1	Homing error occurred, velocity is 0
1	1	X	reserved

Im Statuswort werden die Bits 10,12 und 13 durch den Homing mode gesetzt.

3.4.3.1 Homing Offset

Unmittelbar mit Beenden des Homing Modes wird intern ein Positionsoffset berechnet, so dass in der Istposition der gleiche Wert steht, der auch im Homing Offset vorgegeben wurde. Dieser einmal berechnete Wert wird unter hm09 position offset nichtflüchtig abgespeichert. Zusammen mit einem Absolutwertgeber (Singleturn) kann so die Absolutlage (Multiturn) auch bei Power-On wiederhergestellt werden, vorausgesetzt der Antrieb wird im ausgeschalteten Zustand nicht verfahren.
Der hm09 position offset kann auch geschrieben werden. Damit ist eine Referenzierung auch jederzeit in anderen Betriebsarten möglich, bzw. es ist nicht notwendig, in die Betriebsart Homing zu wechseln. Der Wert unter hm09 wird auch durch interne Funktionen wie z.B. ps18 und ps19 modifiziert.

3.4.3.2 Digital Inputs

Die Digitaleingänge können mit hm06…hm08 beliebig den Homing Funktionen zugeordnet werden:

- hm06 negative limit switch source
- hm07 positive limit switch source
- hm08 homing switch source

Die Auswahl von internen Eingängen IA … ID ist ebenfalls möglich.
In hm05 digital inputs kann überprüft werden, welche Homing Eingänge gerade aktiv sind.

3.4.3.3 Solldrehzahlen und Rampen

Mit hm02 speed search for switch wird die Solldrehzahl vorgegeben, mit der die Homing-funktion startet. Die Solldrehzahl beim Freifahren des home switches steht unter hm03 speed search for zero.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3102 0x6072	cs12 ---	absolute torque max torque	Max. Moment (gilt in allen Quadranten)
0x270D 0x60E0	cs13 ---	torque limit mot for positive torque limit value	Momentengrenze motorisch, positive Drehzahlen

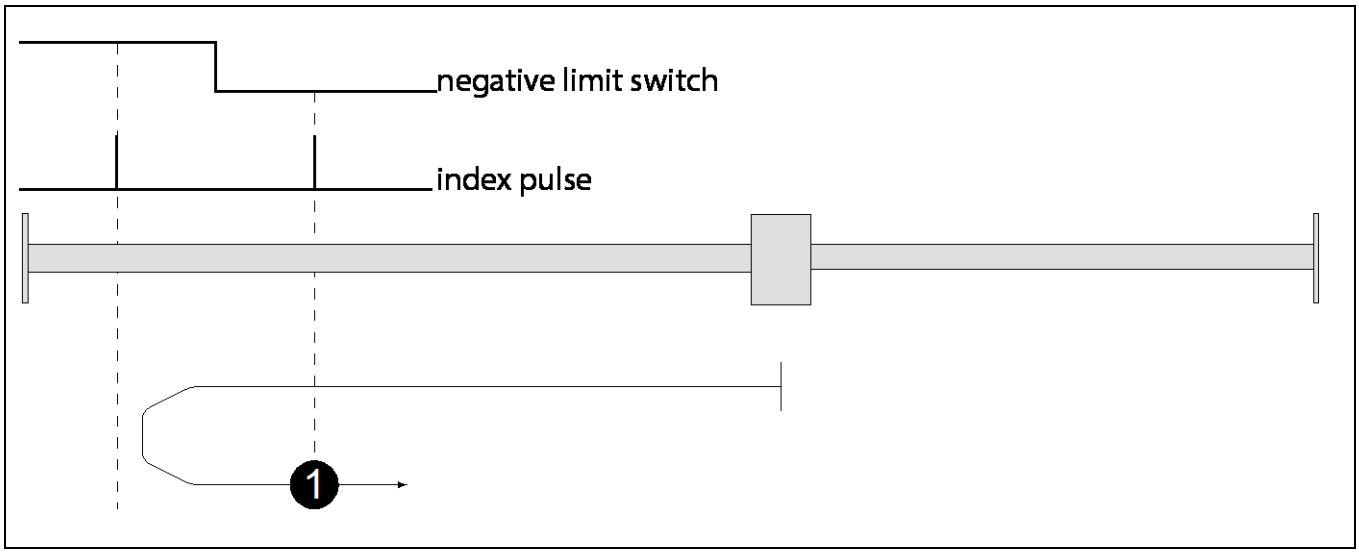
Die linearen Rampen werden mit hm04 homing accelaration parametriert.

3.4.3.4 Homing methods

Beim Slave basiertem Homing sind immer auch die Endschalter aktiv.
Ein Sollwert wird nur freigegeben, wenn der entsprechende Endschalter auch gesetzt ist.

Die Logik der Digitaleingänge ist mit di00 einstellbar, damit ist evtl. auch ein Testbetrieb der Homing Funktionen möglich.

3.4.3.4.1 Method 1 (17) Homing auf den negativen Endschalter und Nullspur



Bei der Method 1 wird, wie in der obigen Abbildung aufgezeichnet, zunächst mit negativer Drehrichtung mit dem unter hm02 eingestellten Sollwert gestartet.

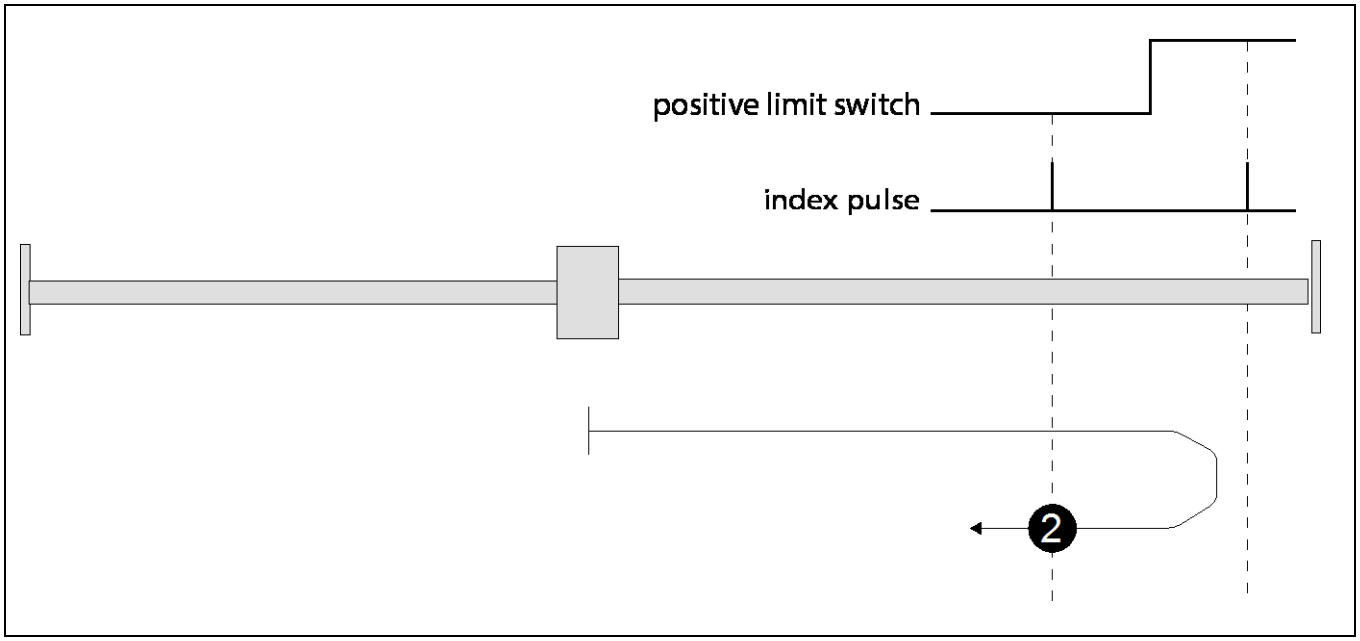
Beim Auffahren auf den negative Limit Switch reversiert der Antrieb und fährt den Endschalter mit dem unter hm03 eingestelltem Sollwert frei.

Anschließend fährt der Antrieb weiter auf die nächste Nullspur des Gebers.

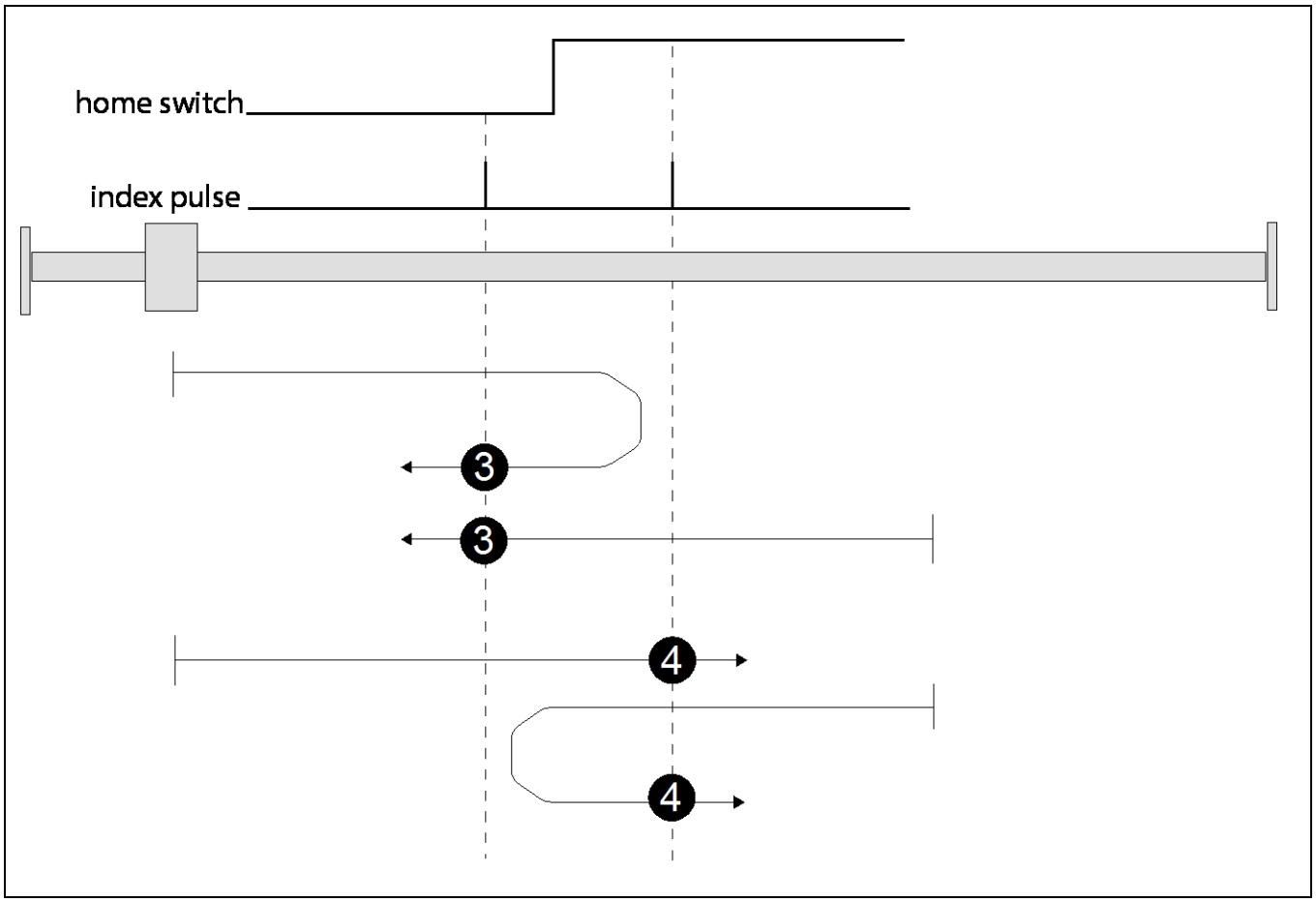
An dieser Stelle stoppt der Antrieb und der Homing Offset wird auf die Istposition übernommen.

Bei der Method 17 wird auf die Nullspursuche verzichtet.

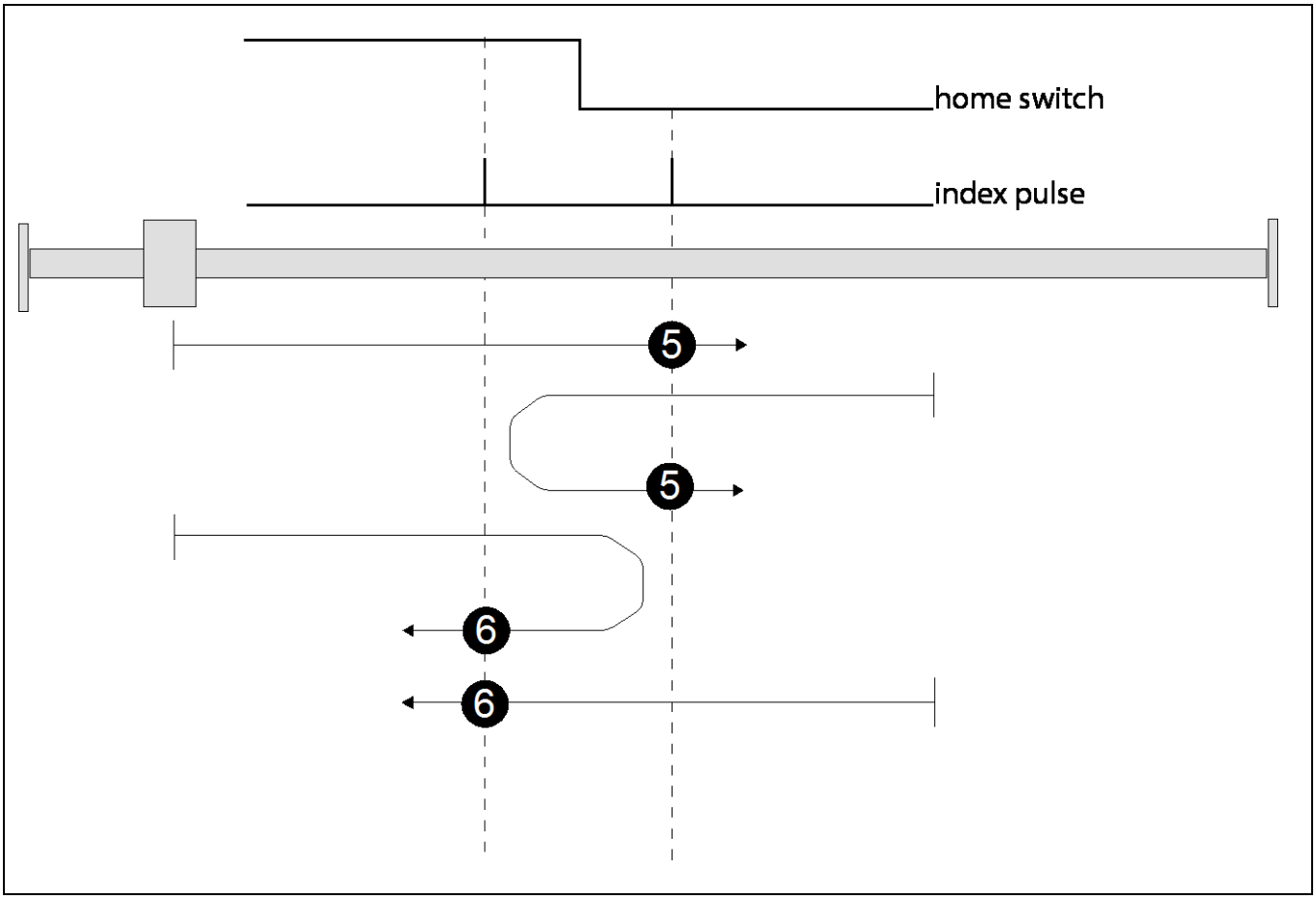
3.4.3.4.2 Method 2 (18) Homing auf den positiven Endschalter und Nullspur



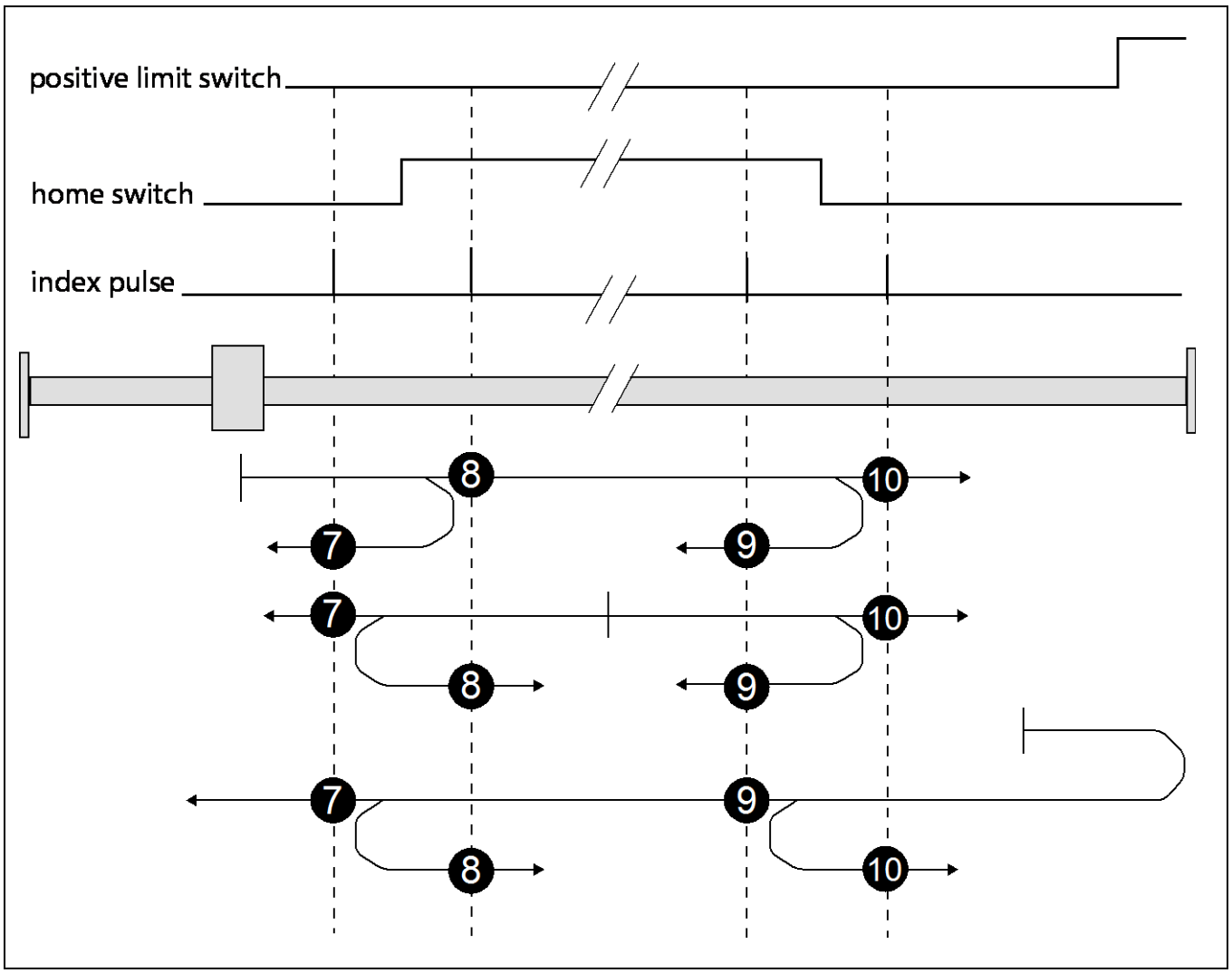
3.4.3.4.3 Method 3 und 4 (19,20) Homing auf den positiven home switch und Nullspur



3.4.3.4.4 Method 5 und 6 (21, 22) Homing auf den negativen home switch und Nullspur



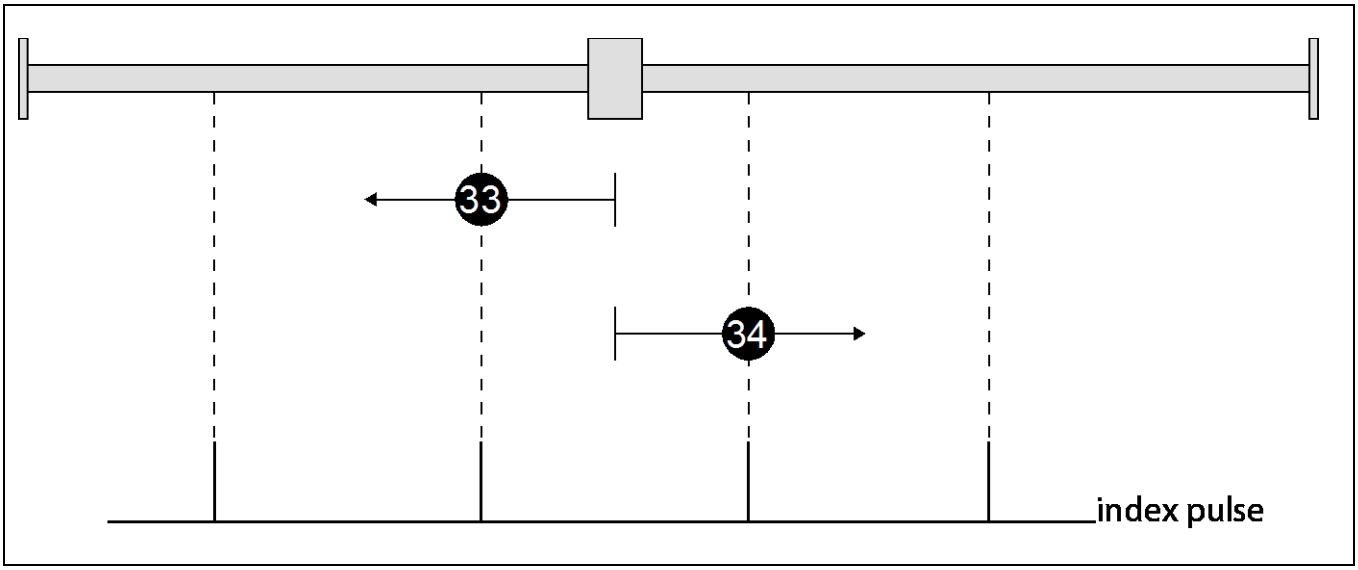
3.4.3.4.5 Method 7 bis 14 (23…26) Homing auf den home switch und Nullspur



3.4.3.4.6 Method 17 bis 30 Homing ohne Nullspur

Diese Methoden verhalten sich genau wie die Methoden 1 bis 14, nur dass hier nicht mehr das Nullsignal des Gebers berücksichtigt wird.

3.4.3.4.7 Method 33 und 34 Homing auf die Nullspur



3.4.3.4.8 Method 35 Homing an aktueller Position

Bei dieser Method führt das H6 Achsmodul keine Bewegung durch. Die Istposition wird lediglich durch den Positionswert in hm00 überschrieben.

3.4.3.4.9 Touch Probe

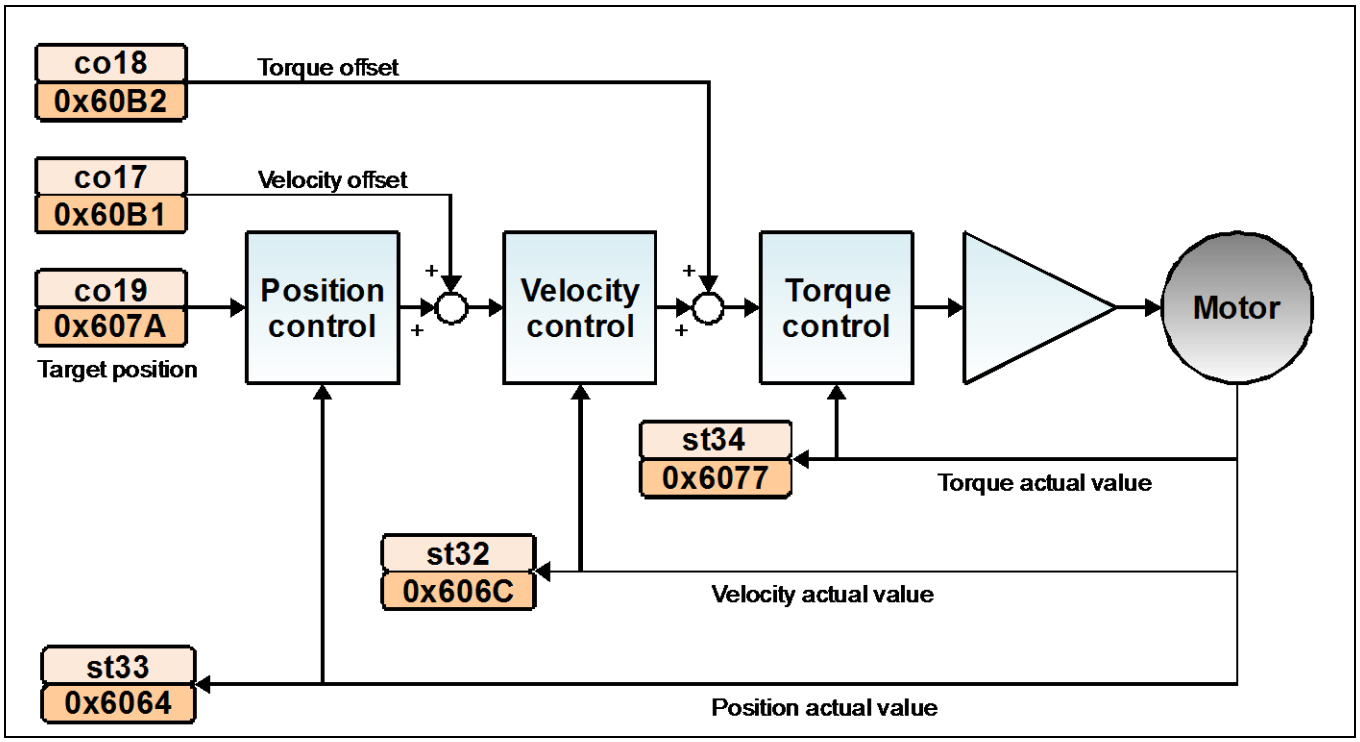
Die Touch Probe Funktion ist in allen Betriebsarten verfügbar. Mit einem Digitaleingang oder beim Überfahren des Nullsignales von Geber 1 kann die Istposition flankenabhängig in hm12 bzw. hm13 gespeichert werden.
Die jeweilige Betriebsart wird über hm10 eingestellt. Mit jedem Schreiben auf hm10 wird die touch probe Funktion initialisiert.
Es ist auch möglich, das enable der Funktion mit dem touch probe -Eingang vorzunehmen und dann im Status enabled die Flanken vom Nullsignal von Geber 1 auszuwerten.
Dazu sind folgende Einstellungen notwendig:

- touch probe 1 0 : disable
- source 1 : zero signal
- positive edge oder negative edge aktivieren

Die touch probe 1 Funktion wird durch hm08 einem Digitaleingang zugeordnet.
Die touch probe 1 Funktion ist somit immer der Home Funktion dem gleichen Eingang zugeordnet.

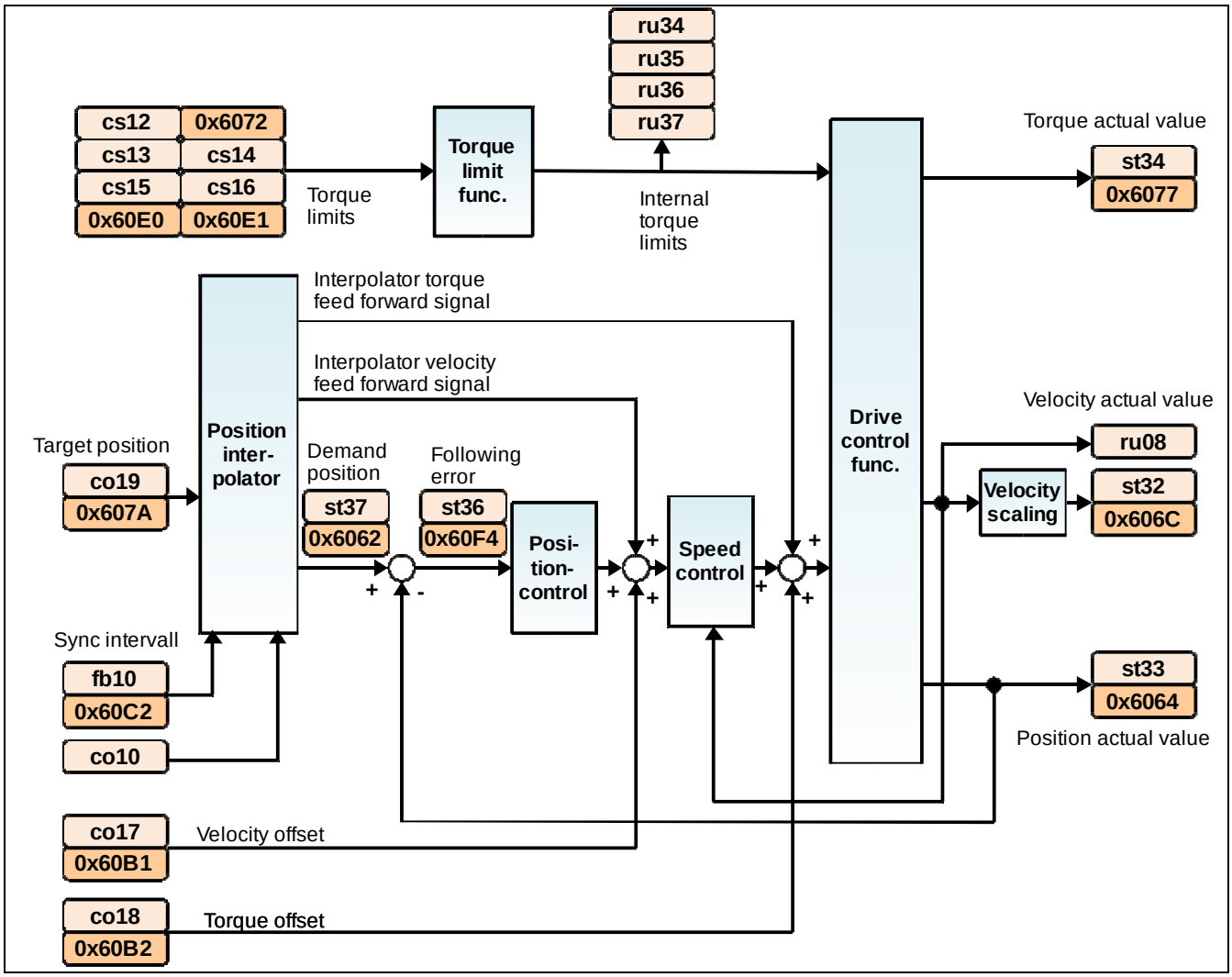
3.4.4 Betriebsart 8 : Cyclic synchronous position mode

In der Betriebsart „Zyklische Positionsvorgabe“ werden von der übergeordneten Steuerung zyklisch Positionssollwerte vorgegeben. Die übergeordnete Steuerung berechnet das Positionsprofil, der Lageregelkreis liegt im Antrieb. Das folgende Bild zeigt die prinzipielle Funktionsweise.



Die gelben Elemente bezeichnen die KEB spezifischen Objekte, die orange eingefärbten Objekte bezeichnen die entsprechenden Objekte des CiA402 Profils.

Die Funktionsweise der einzelnen Objekte kann durch verschiedene weitere Funktionsblöcke beeinflusst werden. Das folgende Bild zeigt eine detaillierte Beschreibung der Betriebsart.



Die Positionssollwerte werden über das Objekt co19 vorgegeben.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2513	co19	target position	Vorgabe der Sollposition
0x607A			

Die Positionssollwerte werden anschließend auf die Zykluszeit des internen Regelrasters interpoliert. Das verwendete Verfahren kann über das Objekt co10 ausgewählt werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x250A	co10	position interpolator	

Die Werte von co10 haben folgende Bedeutung:

co10	position interpolator			0x250A
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…3	interpolator mode	0	linear (2 Punkte)	Lineare Interpolation zwischen den letzten beiden Werten
		1…2	reserviert	
		3…15	B-Spline (n Punkte)	B-Spline Interpolation über die letzten n Punkte
4	init	0	init actual value	Initialisierung mit Istwerten
		16	init target value	Initialisierung mit Sollwerten

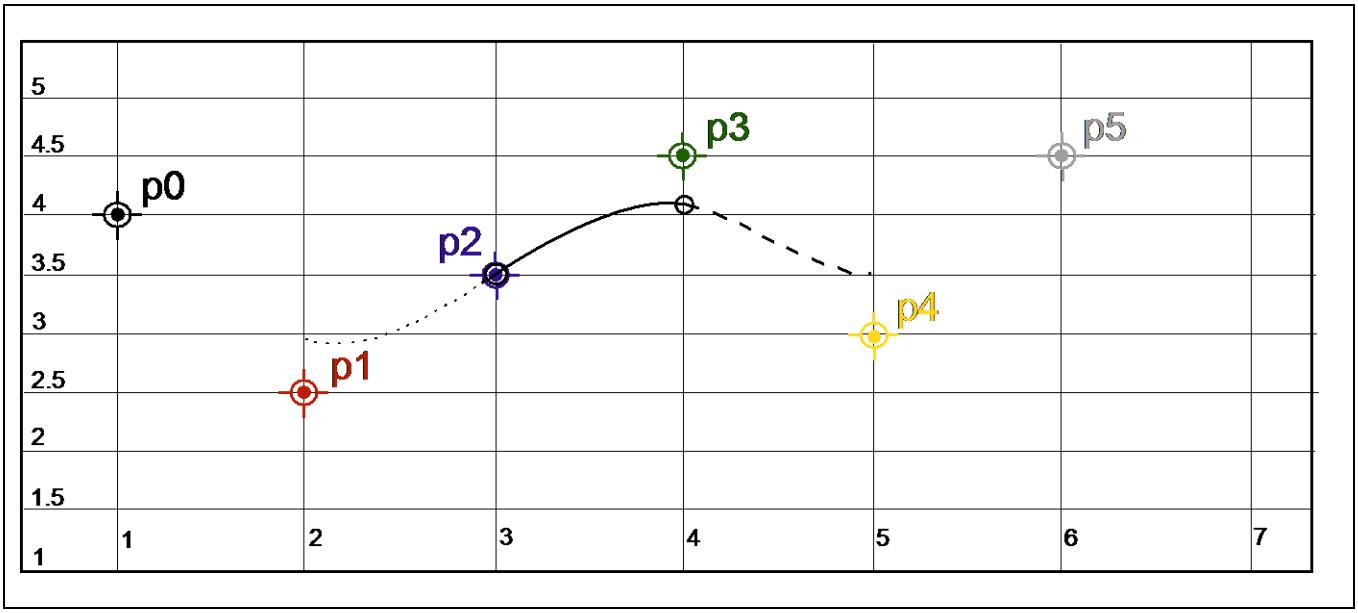
Durch die Interpolation ergibt sich eine Signalverzögerung, die sich wie folgt berechnet:

Verzögerung = Zykluszeit (**fb10**) * (Anzahl der Berechnungspunkte (**co10**) – 1)

Beispiel:

Bei einer Zykluszeit von 1ms und einer B-Spline Interpolation über 4 Punkte ergibt sich eine Verzögerung von 1ms * (4-1) = 3ms.

Somit erhält man direkt aus den Sollpositionen ebenfalls die Solldrehzahl und das notwendige Sollmoment. Die Werte werden direkt auf das 250us-Raster von Lage- und Drehzahlregler interpoliert.



Vergrößert man die Anzahl der Stützstellen mit co10, werden evtl. Fehler im Sollprofil besser ausgeglichen, aber das Sollprofil wird dadurch auch etwas verschliffen.

Durch die minimal benötigten 4 Punkte verzögert sich der Positionssollwert um die dreifache Zykluszeit in fb10. Zwischen den 4 Punkten liegt dreimal die Zykluszeit.
Jeder zusätzliche Punkt entspricht einer Verzögerung von einer weiteren Zykluszeit in fb10.

Die drei Regelkreise für Position, Drehzahl und Strom werden jedoch hinter der Interpolation geschlossen. Die Parametrierung von co10 wirkt sich demnach nicht auf die drei Regelkreise aus.

Vier Punkte sind notwendig, da durch die zweifache Differentiation aus den Positionssollwerten die Vorsteuerwerte für Geschwindigkeit und Beschleunigung errechnet werden.

Die Art der Initialisierung des Interpolators wird mit Bit 4 in co10 ausgewählt.

Die Einstellung „0: actual value“ ist günstig, wenn der Modewechsel im Stillstand erfolgen soll.

Wert „1: target value“ sollte gewählt werden, wenn die Betriebsart in der laufenden Bewegung umgeschaltet werden soll.

Bei der Initialisierung mit Sollwerten müssen schon vor der Modeumschaltung neue Sollwerte über co19 vorgegeben werden.
Die Anzahl der Sollwerte, die mindestens vorher vorgeben werden müssen, ist abhängig von co10: Anzahl Sollwerte = Anzahl der Punkte -1.

Das heißt: ist co10 = 5: B-Spline, 5 points average, so muss der Sollwert vor der Modeumschaltung schon 4mal auf co19 geschrieben worden sein.

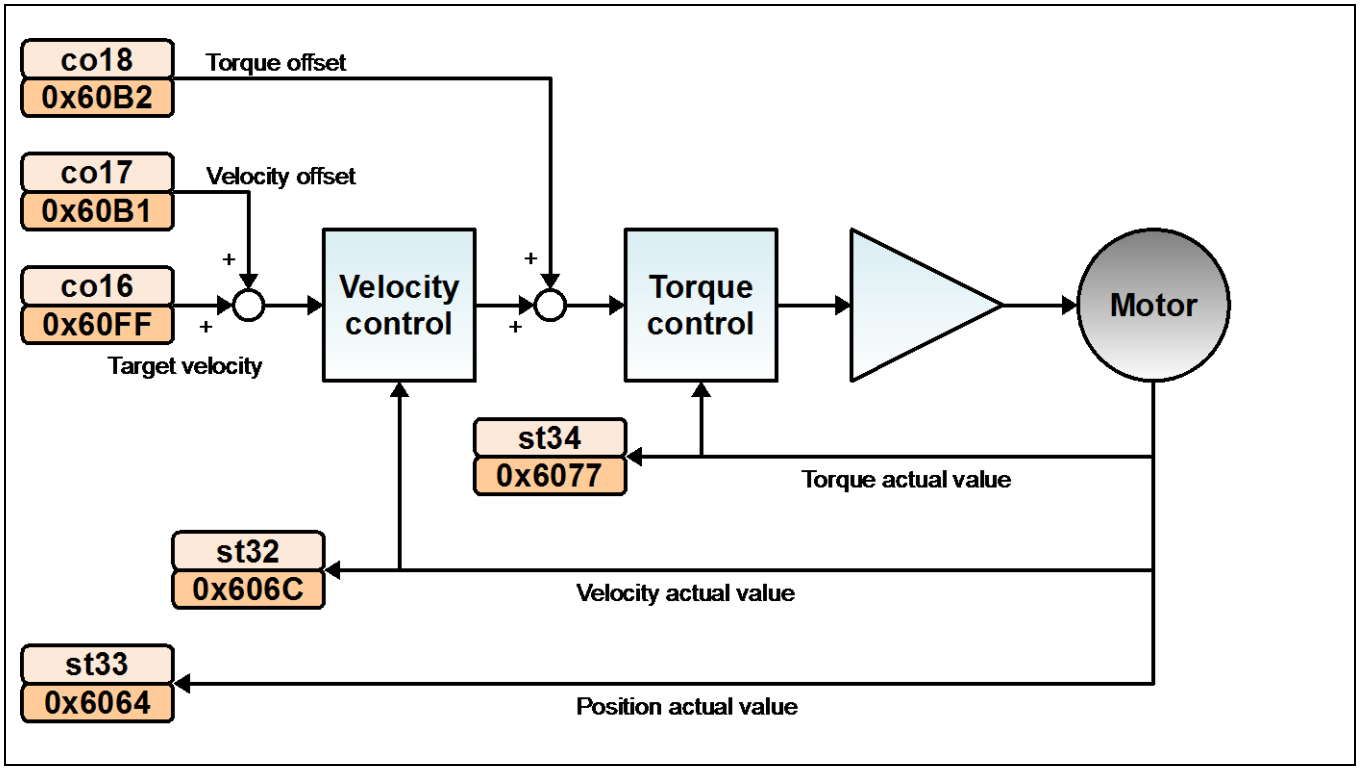
Die Funktionsblöcke Momentenbegrenzung und Auswahl des Momentenoffsets werden im Kapitel 3.4.7 Betriebsartenunabhängige Funktionen beschrieben.

3.4.5 Betriebsart 9: Cyclic synchronous velocity mode

In der Betriebsart „Zyklische Drehzahlvorgabe“ werden von der übergeordneten Steuerung zyklisch Drehzahlsollwerte vorgegeben.

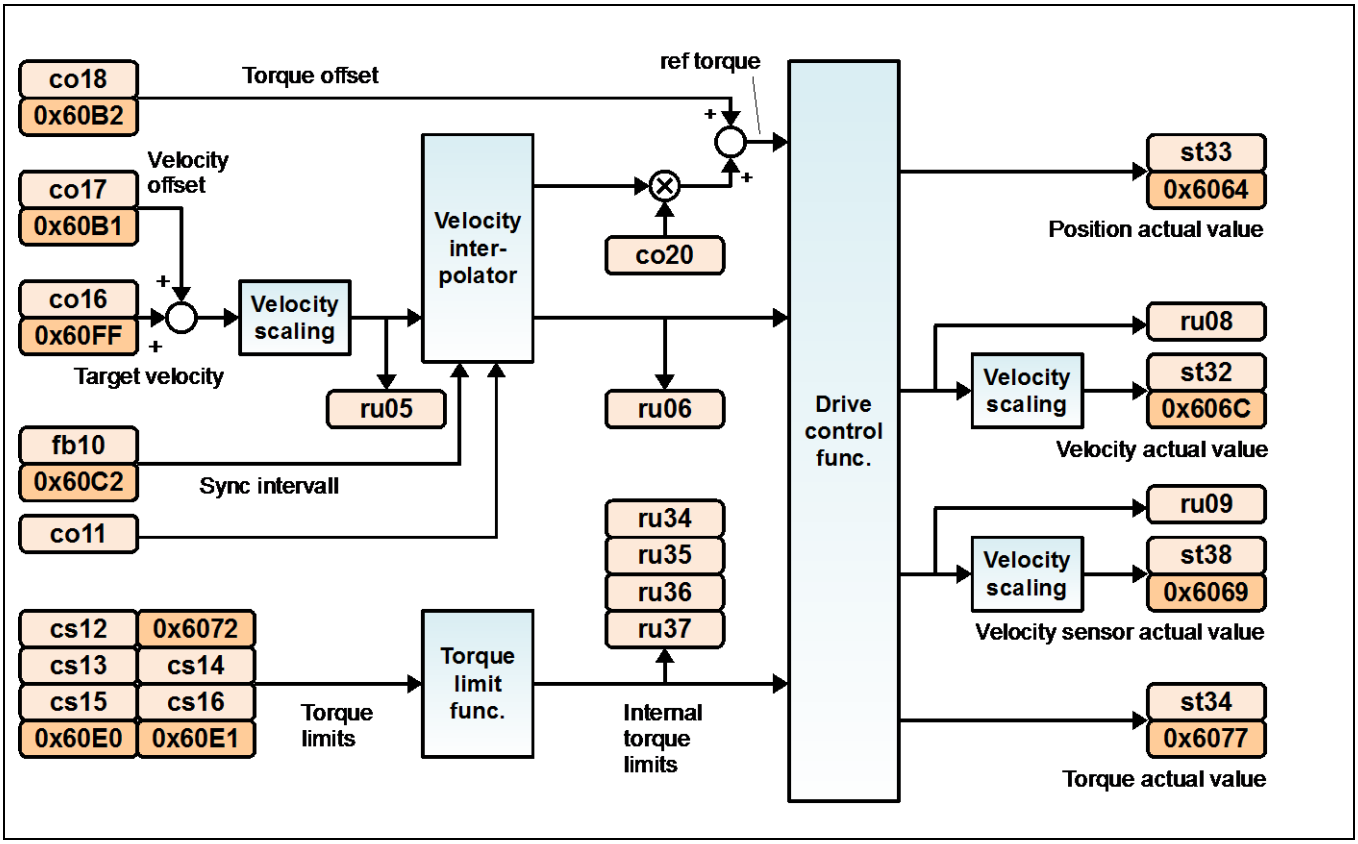
Die Lageregelung liegt in der übergeordneten Steuerung und berechnet die Drehzahlvorgaben aus der Zielposition und der Istposition, die vom Antrieb gelesen wird.

Das folgende Bild zeigt die prinzipielle Funktionsweise.



Die gelben Elemente bezeichnen die KEB spezifischen Objekte, die orange eingefärbten Objekte bezeichnen die entsprechenden Objekte des CiA402 Profils.

Die Funktionsweise der einzelnen Objekte kann durch verschiedene weitere Funktionsblöcke beeinflusst werden. Das folgende Bild zeigt eine detaillierte Beschreibung der Betriebsart.



Die Drehzahlsollwerte werden über die Objekte co16 und co17 vorgegeben.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2510	co16	target velocity	Vorgabe der Solldrehzahl
0x60FF			
0x2511	co17	velocity offset	Wird zur target velocity hinzuaddiert
0x60B1			

Die Auflösung dieser Objekte ist abhängig von der eingestellten Geschwindigkeitsskalierung. Diese wird über co02 velocity shift factor eingestellt.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2502	co02	velocity shift factor	

Die Werte von co02 haben folgende Bedeutung:

co02	velocity shift factor	0x2502
Wert	Name	Funktion
0	13 bit	Auflösung 13 Bit => Wert 8192 = 1 U/min
1	12 bit	Auflösung 12 Bit => Wert 4096 = 1 U/min
2	11 bit	Auflösung 11 Bit => Wert 2048 = 1 U/min
3	10 bit	Auflösung 10 Bit => Wert 1024 = 1 U/min
4	9 bit	Auflösung 9 Bit => Wert 512 = 1 U/min
5	8 bit	Auflösung 8 Bit => Wert 256 = 1 U/min
6	7 bit	Auflösung 7 Bit => Wert 128 = 1 U/min
7	6 bit	Auflösung 6 Bit => Wert 64 = 1 U/min
8	5 bit	Auflösung 5 Bit => Wert 32 = 1 U/min
9	4 bit	Auflösung 4 Bit => Wert 16 = 1 U/min
10	3 bit	Auflösung 3 Bit => Wert 8 = 1 U/min
11	2 bit	Auflösung 2 Bit => Wert 4 = 1 U/min
12	1 bit	Auflösung 1 Bit => Wert 2 = 1 U/min
13	0 bit	Auflösung 0 Bit => Wert 1 = 1 U/min

Intern werden alle Drehzahlwerte mit einer Auflösung von 1/8192min^{-1} abgebildet.

Die Drehzahlsollwerte werden anschließend auf die Zykluszeit des internen Regelrasters interpoliert. Das verwendete Verfahren kann über das Objekt co11 ausgewählt werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x250B	co11	velocity interpolator mode	

Die Werte von co11 haben folgende Bedeutung:

co11	velocity interpolator mode			0x250B
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…3	interpolator mode	0	linear (2 Punkte)	Lineare Interpolation zwischen den letzten beiden Werten
		1…2	reserviert	
		3…15	B-Spline (n Punkte)	B-Spline Interpolation über die letzten n Punkte
4	init	0	init actual value	Initialisierung mit Istwerten
		16	init target value	Initialisierung mit Sollwerten

Durch die Interpolation ergibt sich eine Signalverzögerung, die sich wie folgt berechnet:

Verzögerung = Zykluszeit (fb10) * (Anzahl der Berechnungspunkte (co11) – 1)

- **Beispiel:**

Bei einer Zykluszeit von 2ms und einer B-Spline Interpolation über 4 Punkte, ergibt sich eine Verzögerung von 2ms * (4-1) = 6ms.

Zusätzlich zum interpolierten Drehzahlsollwert generiert der Drehzahlinterpolator auch das zugehörige Momentenprofil.

Die Funktionsblöcke **Momentenbegrenzung** und **Momentenvorsteuerung** werden im Kapitel 3.4.7 Betriebsartenunabhängige Funktionen beschrieben.

3.4.6 Betriebsart 10: Cyclic synchronous torque mode

In dieser Betriebsart befindet sich das H6 Achsmodul in der synchronen Betriebsart. Das entsprechende Sy-Bit im Statuswort muss gesetzt sein. Die Prozessdaten sollen so konfiguriert sein, dass die zyklischen Momentensollwerte auf co15 ankommen.
Je nach Einstellung von co12 kann man die Momentensollwerte linear oder mit B-Spline interpolieren. Die beiden Regelkreise für Drehzahl und Position befinden sich in der übergeordneten Steuerung. Diese Betriebsart ist noch nicht implementiert.

3.4.7 Betriebsartenunabhängige Funktionen

3.4.7.1 Systeminvertierung

Definitionsgemäß drehen sich die Motoren bei positiven Sollwerten beim Blick auf die Motorwelle im Uhrzeigersinn. Wenn dies nicht gewünscht wird, kann man die Motordrehrichtung nur mit diesem Parameter ändern. Dabei werden die Sollwerte und die Istposition invertiert. Die Position ru33 position actual value ist von den Einstellungen in co03 und co06 und auch von der Homing Funktionalität ausgenommen. Hier wird immer der direkte Wert vom Encoder wiedergegeben.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2506	co06	system inversion	Systeminvertierung

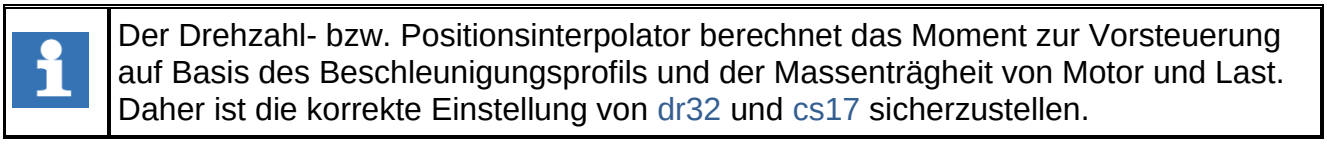
3.4.7.2 Momentenvorsteuerung aus Spline-Interpolator / Rampengenerator

Aus der internen Drehzahldifferenz des Rampengenerators oder des Interpolators in den zyklischen Betriebsarten wird in Abhängigkeit des Massenträgheitsmomentes (cs17 + dr32) ein Sollmoment errechnet, welches mit dem Faktor co20 nochmals feinabgestimmt werden kann.

Im Gegensatz zu älteren Firmwareversionen wird aktuell auch bei Wert 0 (lineare Interpolation) und Wert 3: B-Spline 3 points average vom Spline-Interpolator ein Vorsteuerwert berechnet.

In cs21 kann also die Einstellung 2: reference torque verwendet werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2514	co20	internal pretorque fact	Bewertung der Drehmomentvorsteuerung aus Interpolator oder Rampengenerator

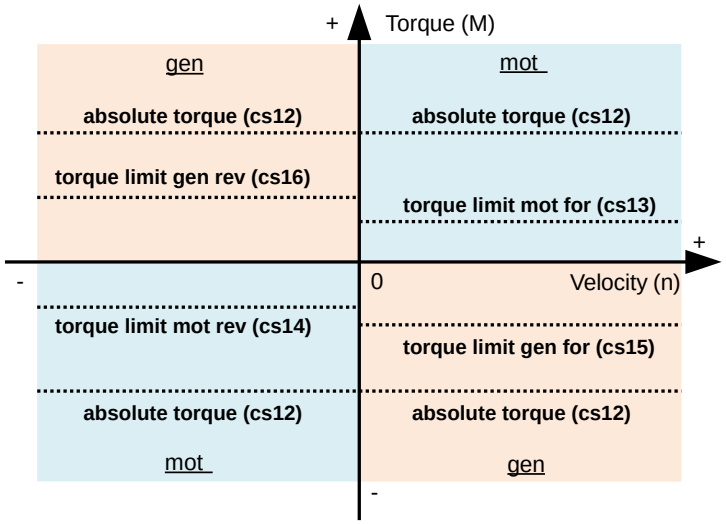

Der Drehzahl- bzw. Positionsinterpolator berechnet das Moment zur Vorsteuerung auf Basis des Beschleunigungsprofils und der Massenträgheit von Motor und Last. Daher ist die korrekte Einstellung von dr32 und cs17 sicherzustellen.

3.4.7.3 Applikationsspezifische Momentenbegrenzung

Die Momentenbegrenzung wird über folgende Objekte parametriert. Die Momentengrenzen werden prozentual bezogen auf das Motornennmoment angegeben. Die Auflösung beträgt 1/10%.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x270C 0x6072	cs12 ---	absolute torque max torque	Max. Moment (gilt in allen Quadranten)
0x270D 0x60E0	cs13 ---	torque limit mot for positive torque limit value	Momentengrenze motorisch, positive Drehzahlen
0x270E 0x60E1	cs14 ---	torque limit mot rev negative torque limit value	Momentengrenze motorisch, negative Drehzahlen -1: Wert wird aus cs13 übernommen
0x270F	cs15	torque limit gen for	Momentengrenze generatorisch, positive Drehzahlen -1: Wert wird aus cs13 übernommen -2: Wert wird aus cs14 übernommen
0x2710	cs16	torque limit gen rev	Momentengrenze generatorisch, negative Drehzahlen -1: Wert wird aus cs15 übernommen -2: Wert wird aus cs13 übernommen

Im CiA402 Profil ist folgendes Verhalten beschrieben:
positive torque limit value gilt für motorisch for und generatorisch rev
negative torque limit value gilt für motorisch rev und generatorisch for
Um dieses Verhalten zu erzielen, muss folgende Einstellung vorgenommen werden:
cs16 = -2 (cs16 = cs13) ; cs15 = -2 (cs15 = cs14)



In jedem Quadranten wird jeweils die kleinste Grenze aktiv. Die wirksamen Momentengrenzen können über folgende Objekte ausgelesen werden:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C22	ru34	act. torque lim mot for	Momentengrenze motorisch, positive Drehzahlen
0x2C23	ru35	act. torque lim mot rev	Momentengrenze motorisch, negative Drehzahlen
0x2C24	ru36	act. torque lim gen for	Momentengrenze generatorisch, positive Drehzahlen
0x2C25	ru37	act. torque lim gen rev	Momentengrenze generatorisch, negative Drehzahlen

Die hier angezeigten Grenzen entsprechen nicht dem zur Verfügung steheneden Moment. Sie können durch weitere Grenzen (z.B. Motor-Grenzkennlinie) noch reduziert werden.

3.4.7.4 Betriebsartenumschaltung

Grundsätzlich kann ein Betriebsartenwechsel auch im laufenden Betrieb erfolgen.

Die Rampengeneratoren werden dabei mit den aktuellen Sollwerten vorgeladen.

Beim Wechsel in die zyklischen Betriebsarten muss in den Parametern co10…co12 mit Bit 4 ausgewählt werden, ob die Spline-Interpolatoren mit Sollwerten oder Istwerten initialisiert werden sollen.

3.4.7.4.1 Initialisierung des Interpolators mit Istwerten

Defaultwert ist die Initialisierung mit Istwerten. Dabei werden die nicht aktiven Interpolatoren der Betriebsarten 8…10 ständig mit Istwerten vorgeladen, nach einem Wechsel kann direkt ein Sollwert über co15, co16, co19 vorgegeben werden. Ein Wechsel in die Betriebsart 8 sollte so nur im Stillstand erfolgen.

3.4.7.4.2 Initialisierung des Interpolators mit Sollwerten

Speziell für eine Betriebsartenumschaltung nach 8: cyclic sync position mode während einer Bewegung ist es günstiger, wenn die Initialisierung des Interpolators in der Steuerung erfolgt.

Dabei muss die Istposition aus dem Umrichter ausgelesen werden und durch geschickte Vorausberechnung Sollwerte ermittelt werden, mit denen der komplette Interpolator über co19 gefüllt werden muss, bevor die Umschaltung erfolgt.

Beispiel:

bei co10 = 20: B-Spline, 4 Points + target value gilt:

drei Sollwerte müssen vor der Umschaltung über co19 vorgegeben werden. Der vierte Sollwert erfolgt dann gleichzeitig mit der Umschaltung nach Betriebsart 8.

3.5 Synchronisation

Alle Feldbusarten (VARAN, CAN, EtherCAT) unterstützen die synchronen (cyclic synchronous) Betrirbsarten.

Das bedeutet, auf jedem Achsmodul sitzt eine mit 40MHz getaktete PLL, die sich automatisch mit dem Feldbusmaster synchronisiert.

Sobald nach einem Power-On unter fb10 das Sync Intervall des Masters eingestellt wird, synchronisieren sich auch alle Regleralgorithmen auf diese PLL. Sobald das passiert ist, wird das SY-Bit im Statusword gesetzt (nach Power-On ist die synchrone Betriebsart zunächst deaktiviert).

Man kann davon ausgehen, dass alle Achsmodule z.B. an einem VARAN oder EtherCAT-Master auf etwa +/- 100ns genau synchron betrieben werden können.

Alternativ ist die Funktion von fb10 auch über das Object 0x60C4 Interpolation time period möglich.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2B0A	fb10	Sync interval	Aktivierung der synchronen Betriebsarten
0x2B0B	fb11	set sync level	Definition des Levels für das SY Bit
0x2B0C	fb12	kp pll	kp für die interne pll

Die Default-Werte für fb11 und fb12 sind für VARAN / EtherCAT optimiert.
Das interne Verhalten der PLL kann mit fb11 und fb12 an andere Felbusmaster angepasst werden.

Sollte das SY Bit nicht gesetzt werden kann man den Sync-Level oder das Kp vergrößern um die Synchronisation zu erreichen.

Die geänderten Werte von fb11und fb12 haben erst eine Auswirkung wenn fb10 erneu geschrieben wird.

4 Anzeigeparameter

4.1 Übersicht

Die ru- (run) Parametergruppe stellt das Multimeter des Umrichters dar.
Hier werden Drehzahlen, Spannungen, Ströme usw. angezeigt, mit denen eine Aussage über den aktuellen Betriebszustand des Umrichters getroffen werden kann.

Diese Parameter werden insbesondere während der Inbetriebnahme oder der Fehlersuche an einer Anlage benötigt.

Folgende Parameter stehen zur Verfügung:

Index	Id-Text	Name	nur bei	Funktion	
0x2C01	ru01	exception state		Anzeige des aktuellen Fehlers (siehe Kapitel 3.3.1 Fehler)	
0x2C02	ru02	warning bits		Anzeige der Warnungen bitcodiert	(siehe Kapitel 3.3.2 Warnungen)
0x2C03	ru03	warning state		Anzeige der Warnmeldung mit der höchsten Priorität	
0x2C04	ru04	supply unit state	F6	Statusanzeige des DC-Zwischenkreises	
0x2C05	ru05	set value display		Solldrehzahlanzeige (vor Rampengenerator) im velocity mode	
0x2C06	ru06	ramp out display		Solldrehzahl für Drehzahlregler (nach Rampe und PT1-Filter)	
0x2C07	ru07	act.frequency		aktuelle Ausgangsfrequenz (Auflösung 1/8192 Hz)	
0x2C08	ru08	act. value		aktuelle Istdrehzahl für Drehzahlregler (gemessen oder geschätzt)	
0x2C09	ru09	act.encoder speed		aktuelle gemessene Drehzahl	
0x2C0A	ru10	act.apparent current		Motor-Scheinstrom	
0x2C0B	ru11	act active current		Motor-Wirkstrom (undefiniert im u/f – Betrieb)	
0x2C0C	ru12	act.reactive current		Motor-Magnetisierungsstrom (undefiniert im u/f – Betrieb)	
0x2C0D	ru13	peak appearent current		Scheinstrom-Spitzenwert	
0x2C0E	ru14	act. Uic voltage		Zwischenkreis (DC) Spannung	
0x2C0F	ru15	peak Uic voltage		Zwischenkreisspannug-Spitzenwert	
0x2C10	ru16	act.output voltage		Ausgangsspannung	
0x2C11	ru17	modulation grade		Modulationsgrad	
0x2C12	ru18	dig.input state		internes Abbild der digitalen Eingänge (nach Verarbeitung) (siehe 6.1 Digitale Eingänge)	
0x2C13	ru19	internal output state		Status der internen Digitalausgänge	(siehe Kapitel 6.2 Digitale Ausgänge)
0x2C14	ru20	dig.output state		Status der Ausgänge (am Ende des Verarbeitungsblocks)	
0x2C15	ru21	dig.output flags		Status der Flags	

Index	Id-Text	Name	nur bei	Funktion	
0x2C16	ru22	dig.input time stamp	H6	Zeitpunkt der Eingangsflanken (siehe Kapitel 6.1.6 Time Stamp Function)	
0x2C17	ru23	reference torque		Soll-Moment (Ausgang des Drehzahlreglers)	
0x2C18	ru24	actual torque		Ist-Moment	
0x2C19	ru25	heatsink temperature		Kühlkörper-Temperatur	
0x2C1A	ru26	internal temperature		Innenraum-Temperatur	
0x2C1B	ru27	OL2 counter		Kurzzeit-Überlast-Level	
0x2C1C	ru28	motor temperature		Motor-Temperatur (bzw. Status des PTCs)	
0x2C1D	ru29	OL counter		Dauer-Überlast-Zähler	
0x2C1E	ru30	SACB comm state		Status des internen Kommunikationsbusses (SACB-Bus)	
0x2C1F	ru31	special IO state		interne Statusüberwachung	
0x2C20	ru32	motor prot.counter		Level des elektronischen Motorschutz-Relais	
0x2C21	ru33	position actual value		direkter Lagewert vom Geber	
0x2C22	ru34	act.torque lim. mot for		Momentengrenzen, die sich aus den Einstellungen in cs12 .. cs16 bzw. in den profil parametern 0x60E0 / 0x60E1 ergeben. Die endgültigen Grenzen können durch den Einfluß der Grenzkennlinie abweichend sein.	
0x2C23	ru35	act.torque lim. mot rev			
0x2C24	ru36	act.torque lim. gen for			
0x2C25	ru37	act.torque lim. gen rev			
0x2C29	ru41	dig.input terminal state		Status der digitalen Eingänge (vor Verarbeitung) (siehe 6.1 Digitale Eingänge)	
0x2C2A	ru42	AN1 value display.	F6	Analogeingangswert von AnalogIn 1	
0x2C2B	ru43	AN1 after gain display.	F6	Analogeingangswert von AnalogIn 1	
0x2C2A	ru44	AN2 value display.	F6	Analogeingangswert von AnalogIn 2	
0x2C2B	ru45	AN2 after gain display.	F6	Analogeingangswert von AnalogIn 2	
0x2C2A	ru46	AN3 value display.	F6	Analogeingangswert von AnalogIn 3	
0x2C2B	ru47	AN3 after gain display.	F6	Analogeingangswert von AnalogIn 3	
0x2C30	ru48	analog REF display	F6	siehe Kapitel 6.3.4 Berechnen von REF und AUX	
0x2C30	ru48	AI0 value display.	P6	Analogeingangswert von AnalogIn 0	
0x2C31	ru49	analog AUX display	F6	siehe Kapitel 6.3.4 Berechnen von REF und AUX	
0x2C31	ru49	AI1 value display.	P6	Analogeingangswert von AnalogIn 1	
0x2C32	ru50	act. torque lim.pos.		aktuell gültige Momentengrenze (nach Berücksichtigung von Grenzkennlinie, Stromgrenzen, usw.)	
0x2C33	ru51	act. torque lim.neg.			
0x2C34	ru52	system date		Datum: 32Bit Zähler mit 1s Auflösung ab dem 1. Januar 1970 00:00.	(siehe 4.7.1 Real time clock)
0x2C35	ru53	system time		Zeit: 32 Bit Zähler mit 1ms Auflösung ab 00:00.	

Index	Id-Text	Name	nur bei	Funktion	
0x2C36	ru54	exception history date		Liste der Werte von ru52 system date bei Auftreten des Fehlers	(siehe 4.7.5 Fehlerspeicher)
0x2C37	ru55	exception history time		Liste der Werte von ru53 system time bei Auftreten des Fehlers	
0x2C38	ru56	history exception state		Liste der Fehler (ru01 exception state)	
0x2C39	ru57	eff.motor load		durchschnittliche effektive Motorauslastung	
0x2C3A	ru58	actual index	F6		
0x2C48	ru72	act.switch.freq		aktuelle Schaltfrequenz	
0x2C49	ru73	Imot/ImaxOL2		Verhältnis vom aktueller Motorstrom zum Kurzzeitgrenz-strom	
0x2C4A	ru74	unfiltered flags state		Status der Flags vor Filterung (siehe Kapitel 6.2 Digitale Ausgänge)	

4.2 Drehzahlanzeigen

Solldrehzahlanzeigen:

Index	Id-Text	Name	Funktion	Auflösung
0x2C05	ru05	set value display	Solldrehzahlanzeige vor Rampengenerator im Status OPERATI-ON ENABLED bei mode of operation = 2: velocity mode	1/8192 rpm
0x2C06	ru06	ramp out display	Solldrehzahl für Drehzahlregler nach dem Rampengenerator und dem PT1-Filter der Solldrehzahl (cs19 ref speed PT1-time)	1/8192 rpm
0x2103	st03	vl velocity demand	Solldrehzahl am Rampengeneratorausgang	1 rpm

Istdrehzahlanzeigen:

Index	Id-Text	Name	Funktion	Auflösung
0x2C07	ru07	act.frequency	aktuelle Ausgangsfrequenz	1/8192 Hz
0x2C08	ru08	act. value	aktuelle Istdrehzahl: - gemessene Drehzahl bei control mode mit Encoder - geschätzte Drehzahl bei ASCL / SCL - Rampenausgangsdrehzahl bei u/f control	1/8192 rpm
0x2C09	ru09	act.encoder speed	aktuell mit Geber gemessene Drehzahl	1/8192 rpm
0x2120	st32	velocity actual value	aktuelle Istdrehzahl wie ru08 normiert durch den velocity shift factor co02	definiert durchg co02

4.3 Positionsanzeigen

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C21	ru33	position actual value	direkter Lagewert vom Geber (ohne Beeinflussung von Homing) [65536 = 1 Umdrehung]
0x2125	st37	demand position	interne Sollposition ***profil positioning mode:*** Ausgang des Profilgenerators ***cyclic sync position mode:*** Ausgang des Spline-Interpolators Auflösung definiert durch co03
0x2121	st33	position actual value	Istposition / Auflösung definiert durch co03
0x2124	st36	following error	aktueller Schleppfehler / Auflösung definiert durch co03
0x2130	st48	rho actual value	elektrische Lage / 65536 = 1 elektr. Periode = 360° elektr.

4.4 DC – Zwischenkreisanzeigen

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C04	ru04	supply unit state	nur F6: Ladezustand des Zwischenkreises: - 5: phase failure => DC-Spannung kleiner als für Betrieb notwendig - 2: charging => Ladeshunt-Verzugszeit läuft - 4: run => Betrieb (Modulationsfreigabe) möglich
0x2C0E	ru14	act. Uic voltage	Spannung im DC-Zwischenkreis [0,1 V]
0x2C0F	ru15	peak Uic voltage	Spitzenwert der DC-Spannung wird durch PowerOn oder Überschreiben mit dem Wert 0 gelöscht

4.5 Stromanzeigen

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C0A	ru10	act apparent current	Motorscheinstrom [0,01A]
0x350C	is12	display apparent current PT1	Glättungszeit für die Motorstromanzeige in ru10
0x2C0D	ru13	peak apparent current	Spitzenwert des ungeglätteten Motorscheinstroms Löschung durch PowerOn oder Überschreiben mit 0
0x2C0B	ru11	act active current	Wirkstrom [0,01A]
0x2C0C	ru12	act reactive current	Blindstrom [0,01A]
0x2C49	ru73	Imot/Imax OL2	Verhältnis vom aktuellen Motorstrom zum Kurzzeit-grenzstrom [0,1%]
0x2C39	ru57	I2t value	durchschnittliche effektive Motorauslastung [0,1%]

4.6 Momentenanzeigen

Index	Id-Text	Name	Funktion	Auflösung
0x2C17	ru23	reference torque	Sollmoment (Ausgang des Drehzahlreglers)	1024 = 100%
0x2C18	ru24	actual torque	Istmoment (Combivis-Anzeige in %)	
0x2122	st34	torque actual value	Istmoment (Combivis-Anzeige unnormiert)	
0x2C19	ru34	act torque lim mot for	Momentengrenzen, die sich aus den Einstellungen in cs12 .. cs16 bzw. in den profil parametern 0x60E0 / 0x60E1 ergeben. Die endgültigen Grenzen können durch den Einfluß der Grenzkennlinie oder die Betriebsart (z.B. fault reaction ramp) abweichend sein.	1000 = 100%
0x2C1A	ru35	act torque lim mot rev		
0x2C24	ru36	act torque lim gen for		
0x2C25	ru37	act torque lim gen rev		
0x2C32	ru50	act torque lim pos	aktuell gültige Momentengrenze mit Berücksichtigung der Betriebszustandes: Drehzahl, Grenzkennlinie, Stromgrenzen, Motorfluss, usw. Da bei abgeschalteter Modulation kein Strom fließen kann, ist die aktuelle Momentengrenze dann 0.	
0x2C33	ru51	act torque lim neg		

4.7 Betriebsstundenzähler und Fehlerzähler

4.7.1 Real time clock

Das Gerät verfügt über Parameter für eine Real time clock. In der jetzigen Ausführung müssen Uhrzeit und Datum bei jedem power-on z.B von der Steuerung übernommen werden. Dabei werden die aus der CodeSys Welt bekannten Zeitformate TIME und DATE benutzt.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2c34	ru52	system date	Datum [DATE_AND_TIME]
0x2c35	ru53	system time	Zeit [TIME_OF_DAY]

DATE_AND_TIME : 32Bit Zähler mit 1s Auflösung ab dem 1. Januar 1970 00:00.

TIME_OF_DAY : 32 Bit Zähler mit 1ms Auflösung ab 00:00.

Nur ru52 ist schreibbar. Intern wird der ru53 direkt mit ru52 synchronisiert.

4.7.2 Betriebsstundenzähler

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2064	de100	hour counter	Betriebszeit in s
0x2065	de101	mod hour counter	Betriebszeit in s mit eingeschalteter Modulation

4.7.3 System-Counter

Index	Id-Text	Name	Funktion
31	system counter (st35)		durchlaufender 250us Zähler

4.7.4 Fehlerzähler

Das Auftreten von bestimmten Fehlern wird intern gezählt.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2066	de102	OC error count	Anzahl der Fehler (wird nichtflüchtig gespeichert, wenn Speicherung nicht deaktiviert ist)
0x2067	de103	OL error count	
0x2068	de104	OP error count	
0x2069	de105	OH error count	
0x206a	de106	OHI error count	

4.7.5 Fehlerspeicher

Das Auftreten von Exceptions wird mit Datum und Uhrzeit abgespeichert. Dazu existiert ein FIFO-Speicher mit 16 Einträgen.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2c36	ru54	history date	Array16 DATE_AND_TIME
0x2c37	ru55	history time	Array16 TIME_OF_DAY
0x2c38	ru56	history exception state	Array16 mit dem Inhalt von ru01

4.8 Umrichterdaten

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2000	de00	device serial number	Seriennummer des Umrichters
0x2008	de08	device configuration ID	Konfigurations-ID (Nummer der Parameterbeschreibung für Combivis)
0x2009	de09	product code	Identifikation des Umrichtertyps im Bus
0x200B	de11	VARAN licence number	VARAN-Lizenz-Nummer (nur F6)
0x200F	de15	ctrl type	Steuerkartentyp
0x2010	de16	ctrl software version	Software-Version
0x2011	de17	ctrl software date	Software-Datum
0x2014	de20	saved power serial number	gespeicherte Seriennummer des Leistungsteils (nur H6)
0x2015	de21	power serial number	aktuelle Seriennummer des Leistungsteils (nur H6)
0x2018	de24	power software version	Leistungsteil Software-Version (nur H6)
0x2019	de25	power software date	Leistungsteil Software-Datum (nur H6)
0x201A	de26	saved inverter data ID	gespeicherte Leistungsteil-Kennung
0x201B	de27	inverter data ID	aktuelle Leistungsteil-Kennung

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x201C	de28	inverter rated current	Umrichter-Nennstrom
0x201D	de29	inverter maximum current	Umrichter-Software-Stromgrenze
0x201E	de30	inverter rated voltage	Umrichter Nennspannung
0x201F	de31	inverter maximum DC voltage	Auslöseschwelle Überspannungsfehler
0x2020	de32	inverter minimum DC voltage	Auslöseschwelle Unterspannungsfehler
0x2021	de33	inverter rated switching frequency	Nennschaltfrequenz
0x2022	de34	inverter maximum switching frequency	Maximalschaltfrequenz
0x2023	de35	inverter intermed. circuit capacity [uF]	Zwischenkreiskapazität (nur H6)
0x2024	de36	temperature aquisition mode	Art der Motortemperaturerfassung (nur F6)
0x2025	de37	saved safety serial number	gespeicherte Identifikationsnummer (nur H6)
0x2026	de38	safety serial number	eindeutige Identifikationsnummer der Safety-Funktionalität
0x2028	de40	safety production info	
0x2027	de39	saved safety type	gespeicherter Typ des Sicherheitsmoduls (nur H6)
0x2029	de41	safety type	Typ des Sicherheitsmoduls (nur H6)
0x2030	de48	saved enc interf serial number	gespeichterte Serienummer des Geberinterfaces (nur H6)
0x2031	de49	enc interf serial number	aktuelle Serienummer des Geberinterfaces (nur H6)
0x2034	de52	encoder interf software version	Encoderinterface Software-Version
0x2035	de53	encoder interf software date	Encoderinterface Software-Datum

4.8.1 production code

Mit dem product code identifiziert sich der Umrichter im Bus, damit die Steuerung den Gerätetyp erkennen kann.

de09	product code	**0x2009**
Wert	Gerätetyp	
0x00100000 bis 0x0010FFFF	H6	
0x00600000 bis 0x0060FFFF	F6	

4.8.2 Gerätetyp, Softwareversion und -datum

mit de15 kann der Gerätetyp innerhalb einer Gerätereihe (H6, F6) unterschieden werden

F6	de15	ctrl type			**0x200F**
	Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
	0..7	module type	32	SAM	F6 Umrichter
			35	AFE	F6 AFE
	8..15	hardware type	8704	HW – 001xEthercat	ohne Betriebs-LED STO Kanäle können nicht seperat ausgewertet werden
			8960	HW – 001xVARAN	
			9216	HW – 001xEthercat	neuere Hardwareversion: mit Betriebs-LED STO 1 und STO 2 kann unterschieden werden
			9472	HW – 001xVARAN	

H6	de15	ctrl type			**0x200F**
	Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
	0..7	module type	32	module: SAM >= 100mm	H6 Einzelachsmodul / Modulbreite >= 100mm
			33	module: DAM	H6 Doppelachsmodul / Modulbreite 50mm
			34	module: supply unit	H6 Einspeiseeinheit
			35	module: AFE	H6 AFE / Modulbreite >= 100mm
			37	module: SAM 50mm	H6 Einzelachsmodul / Modulbreite 50mm
	8..15	hardware type	8192	HW – 000x	erste Hardwareversion
			8448	HW – 001x	zweite Hardwareversion

mit de16 / de24 / de52 kann die Softwareversion der einzelnen Module gelesen werden.
Die Anzeige erfolgt mit Punkten als Trennzeichen zwischen den Versionsnummern.

de16	ctrl software version		**0x2010**
de24	power software version		**0x2018**
de52	enc interf software version		**0x2034**
Bit	Funktion	Wert	Bemerkungen
0..7	3. Unterversion	0 .. 99	Wird bei geringfügigen Änderungen, die keine neuen Parameter erfordern oder bei Fehlerkorrektur erhöht. Der Wert kann bei den einzelnen Steuerkartentypen abweichen.
8..15	2. Unterversion		Wird z.Zt nicht verwendet
16..23	1. Unterversion		Wird bei Einführung neuer Parameter oder Funktionen erhöht
24..31	Hauptversion		Wird nur bei generellen Änderungen erhöht

Beispiel: Software-Version 1.4.0.23 = 1 * 2^24 + 4 * 2^16 + 0 * 2^8 + 23 = 17039383

mit de17 / de25 / de53 kann das Softwaredatum gelesen werden:

de17	ctrl software date	**0x2011**
de25	power software date	**0x2019**
de53	enc interf software date	**0x2035**

Datumsformat	Wert	Anzeige
JJJJ.MM.TT	= JJJJ*10000 + MM * 100 + TT	Der Dezimalwert, der das Datum repräsentiert, wird direkt ohne Trennzeichen angezeigt

Beispiel: Software-Datum 20131021 = 21.10.2013

4.8.3 Leistungsteil-Identifikation

Mit de27 inverter data ID identifiziert sich das Leistungsteil.

F6	de26	saved inverter data ID		**0x201A**
	de27	inverter data ID		**0x201B**
	Bit	Funktion	Wert	Bemerkungen
	0..7	Leistungsteilkennung	0 .. 255	Fortlaufende Nummer
	8..15	Kontroll-Kennung		ungleich 0 => Leistungsteildaten sind ungültig (Hardwarefehler)
	16..23	Gehäusekennung		3 : D - Gehäuse 4 : E - Gehäuse 6 : G - Gehäuse 7 : H - Gehäuse 15 : P - Gehäuse 17 : R - Gehäuse 20 : U - Gehäuse 22 : W - Gehäuse
	24..31	Gerätegröße		Kennung für die Umrichternennleistung (siehe Bedienungsanleitung mit technischen Daten)

H6	de26	saved inverter data ID		**0x201A**
	de27	inverter data ID		**0x201B**
	Bit	Funktion	Wert	Bemerkungen
	0..7	Versionsnummer	0 .. 255	Versionsnummer der Leistungsteildaten
	8..15	Leistungsteilkennung		Fortlaufende Nummer der verschiedenen Leistungsteile innerhalb einer Gerätegröße
	16..23	Gehäusekennung		1 : 50mm - Einzelachsmodul 2 : 100mm - Einzelachsmodul 4 : 200mm - Einzelachsmodul 6 : 300mm - Einzelachsmodul 129 : 50mm – Doppelachsmodul
	24..31	Gerätegröße		Kennung für die Umrichternennleistung (siehe Bedienungsanleitung mit technischen Daten)

Ist der „saved“ Wert ungleich dem aktuellen Wert, wurde die Steuerkarte auf ein Leistungsteil mit einer anderen ID gesetzt.

Dies bewirkt, dass der Umrichter auf den Fehler 64: ERROR power unit type changed geht.

Durch Schreiben auf Parameter de27 wird die aktuelle „inverter data ID“ als „saved inverter data ID“ übernommen und der Fehler kann zurückgesetzt werden.

Damit die wesentlichsten Umrichterkenndaten auch zur Verfügung stehen, wenn gerade keine Anleitung zur Hand ist.

Folgende Daten können gelesen werden:

Id	Funktion
de28	Umrichter-Nennstrom [in 0,01A]
de29	Umrichter-Software-Stromgrenze [in 0,01A] für geregelten Betrieb: Maximalwert, Grenze für Regelung kann durch andere Parameter (dr12, is11) verringert werden
de30	Umrichter Nennspannung [in 0,1V]
de31	Auslöseschwelle Überspannungsfehler [in 0,1V]
de32	Auslöseschwelle Unterspannungsfehler [in 0,1V]
de33	Nennschaltfrequenz [in 0,01 kHz]
de34	maximal verfügbare Schaltfrequenz (bei reduziertem Strom)
de35	Zwischenkreiskapazität (nur H6) [in uF]

4.8.4 Temperaturerfassung (nur F6)

de36 zeigt die verfügbare Art der Temperaturerfassung an.

de36	temperature acquisition mode		**0x2024**
Bit	Funktion	Wert	Funktion
0..3	Kühlkörpertem-peraturerfassung	0..15	nur für interne Kontrolle
4..7	Motortempera-turerfassung	0	PTC Erfassung
		16	KTY-Erfassung (mit dieserErfassung kann ebenfalls ein PTC ausgewertet werden, Einstellbar in dr33)
		32	PT100-Erfassung (noch nicht unterstützt)

4.8.5 Seriennummern

Es gibt mehere Parameter die Seriennummern der Einzelkomponenten des Umrichters enthalten.
Davon werden zur Zeit die meisten noch nicht verwendet.
Lediglich de00 device serial number und de38 safety serial number / de40 safety production info werden aktuell unterstützt.

Es gibt zu einigen Parametern, die Seriennummern enthalten, einen korrespondierenden Parameter, der den gespeicherten Wert enthält.
Damit kann überprüft werden, ob eine Komponente des Komplettgerätes getauscht wurde (nur H6).
Diese Funktionalität wird bisher nur für das Safety-Modul unterstützt.
Ist der „saved“ Wert ungleich dem aktuellen Wert, wurde die Komponente getauscht.
Dies bewirkt, dass der Umrichter auf den Fehler 61: ERROR safety mod. changed geht.
Durch Schreiben auf Parameter de38 wird die aktuelle Seriennummer gespeichert und der Fehler kann zurückgesetzt werden.

4.8.6 Safety-Type (nur H6)

de39 / de41	saved safety type / safety type	**0x2027 / 0x2029**
Wert	Beschreibung	
0	Standard => keine Safety-Funktionalität	
1	Safety-Funktionalität Typ 1	

Ist der „saved“ Typ ungleich dem aktuellen Typ, wurde eine andere Karte mit anderer Funktion eingebaut.
Dies bewirkt, dass der Umrichter auf den Fehler 60: ERROR safety mod. type changed geht.
Durch Schreiben auf Parameter de41 wird der aktuelle Typ gespeichert und der Fehler kann zurückgesetzt werden.

5 Motor Control

5.1 Interface zum Geber

In der ec – Gruppe sind die Parameter zur Einstellung der Drehzahlerfassung über das Geberinterface zu finden. Außerdem sind in dieser Gruppe auch Statusparameter enthalten.

5.1.1 Statusparameter des Geberinterface und des Gebers

In ec00 wird der Status der Geberschnittstelle angezeigt:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2800	ec00	status encoder interface	Stellt den aktuellen Status der Geberschnittstelle dar

ec00	status encoder interface		0x2800	
Wert	Name	Funktion	Lage / Drehzahl	Parameter
0	undefined state	undefinierter Status	-	-
1	interface init active	initialisiere Geberschnittstelle	ungültig	-
2	wait for encoder type	Warten auf Schreibzugriff auf Gebertyp		-
3	encoder depend init	geberabhängige Initialisierung	ungültig	-
4	enc self initialisation	Eigeninitialisierung Geber	ungültig	-
5	enc initialisation	initialisiere Geber	ungültig	-
6	busy position value ok	Interface beschäftigt (z.B. Daten im Geber speichern)	gültig	-
7	initialisation finished	Initialisierung abgeschlossen	ungültig	-
8	wait for end of init	warte auf Ende der Initialisierung	ungültig	-
9	position value ok	Betrieb	gültig	-
10	interface warning	Warnung Geberschnittstelle	gültig	ec02
11	warning encoder	Warnung Geber	gültig	ec19
12	busy position value wrong	Interface beschäftigt (z.B. Daten im Geber speichern)	ungültig	-
13	error encoder interface	Fehler Geberschnittstelle	gültig	ec01
14	error encoder	Fehler Geber	gültig	ec18

In ec01 wird der Fehlerstatus des Geberinterface angezeigt. Der Wert ist 0, wenn kein Fehler vorliegt und ungleich 0, wenn ec00 im Status Fehler Geberinterface (13) ist.
In ec02 wird der Warnungsstatus des Geberinterface angezeigt. Der Wert ist 0, wenn keine Warnung vorliegt und ungleich 0, wenn ec00 im Status Warnung Geberinterface (10) ist.
In ec18 wird der Fehlerstatus des Gebers angezeigt. Der Wert ist 0, wenn kein Fehler vorliegt und ungleich 0, wenn ec00 im Status Fehler Geber (14) ist.
In ec19 wird der Warnungsstatus des Gebers angezeigt. Der Wert ist 0, wenn keine Warnung vorliegt und ungleich 0, wenn ec00 im Status Warnung Geber (11) ist.
Die einzelnen Werte der o.g. Statusparameter werden am Ende des Kapitels beschrieben.

5.1.2 Vorgabe Gebertyp

Der Gebertyp wird in ec16 eingestellt.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2810	ec16	encoder type	Dient zur Einstellung des verwendeten Gebers

Durch einen Schreibzugriff wird die Identifizierung des angeschlossenen Gebers angestoßen. Nach Abschluss der Identifizierung werden die in der Steuerkarte eingestellten Parameter zum Geberinterface übertragen. Dieser Vorgang kann bis zu einigen Sekunden dauern. Folgende Gebertypen sind in ec16 definiert:

ec16	encoder type	**0x2810**
Wert	Gebertyp	
0	Kein Geber angeschlossen	
1	TTL ohne Nullsignal	
2	TTL mit Nullsignal	
3	Sinus/Cosinus ohne Absolutspur ohne Nullsignal	
4	Sinus/Cosinus ohne Absolutspur mit Nullsignal	
5	Sinus/Cosinus mit Absolutspur ohne Nullsignal	
6	Sinus/Cosinus mit Absolutspur mit Nullsignal	
7	Sinus/Cosinus mit SSI	
8	SSI (geplant)	
9	Resolver	
10	Endat + 1Vpp	
11	Endat digital	
12	reserviert	
13	Hiperface	
14	BiSS Mode B	
15	BISS Mode C	

5.1.3 Anzeige erkannter Gebertyp

In ec17 wird der vom Geberinterface erkannte Gebertyp angezeigt:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2811	ec17	detected encoder type	Anzeige des erkannten Gebertyps

Durch das Schreiben auf einige Parameter (z.B. ec14, ec16, ec28, ec29, ec32, ec33) wird das Geberinterface zurückgesetzt.

Die Istlage wird auf den gleichen Wert wie bei Power-On gesetzt (z.B. bei TTL Geber ohne Absolut-Information auf 0)

Bei Gebern, die ein Nullsignal haben (könnten) geht der Gebertyp wieder auf „1:encoder identifikation active“

Interface zum Geber

Folgende Gebertypen sind in ec17 definiert:

ec17	detected encoder type	**0x2811**
Wert	erkannter Gebertyp	Einstellung ec16
0	Kein Geber erkannt	0
1	Erkennung läuft; nur bei Gebern, die ein Nullsignal haben (könnten). Der Wert wechselt zum erkannten Gebertyp, wenn der Geber ca. 3 Umdrehungen bewegt wurde.	1 - 6
2	Erkannter Geber wird nicht unterstützt	---
3	TTL ohne Nullsignal	1
4	TTL mit Nullsignal	2
5	Sinus/Cosinus ohne Absolutspur ohne Nullsignal	3
6	Sinus/Cosinus ohne Absolutspur mit Nullsignal	4
7	Sinus/Cosinus mit Absolutspur ohne Nullsignal	5
8	Sinus/Cosinus mit Absolutspur mit Nullsignal	6
9	Sinus/Cosinus mit SSI	7
10	SSI	8
11	Resolver	9
20	Endat nicht unterstützter Typ	10 - 12
21	nur 1Vpp, kein Endat	10 - 12
22	Endat 2.1 ohne 1Vpp, Singleturn	10, 11
23	Endat 2.1 mit 1Vpp, Singleturn	10, 11
24	Endat 2.1 ohne 1Vpp, Multiturn	10, 11
25	Endat 2.1 mit 1Vpp, Multiturn	10, 11
26	Endat 2.1 ohne 1Vpp, Linear	10, 11
27	Endat 2.1 mit 1Vpp, Linear	12
28	Endat 2.2 ohne 1Vpp, Singleturn	10, 11
29	Endat 2.2 mit 1Vpp, Singleturn	10, 11
30	Endat 2.2 ohne 1Vpp, Multiturn	10, 11
31	Endat 2.2 mit 1Vpp, Multiturn	10, 11
32	Endat 2.2 ohne 1Vpp, Linear	12
33	Endat 2.2 mit 1Vpp, Linear	12
40	Hiperface nicht unterstützter Typ	13
41	SCS 50/60 Singleturn	13
42	SCM 50/60 Multiturn	13
43	SRS 50/60 Singleturn	13
44	SRM 50/60 Multiturn	13
45	SKS 36 Singleturn	13
46	SKM 36 Multiturn	13
47	SEK 37/52 Singleturn	13
48	Geber hat erweitertes Typenschild 0xFF	13
49	Hiperface ohne 1Vpp Signale	13
50	TTK70 linear	13
51	TTK70 linear, ext. Kalibrierung	13
52	SEK 37/52 Multiturn	13
60	BiSS nicht unterstützter Typ	14 - 15
61	BiSS Mode C Singleturn	15
62	BiSS Mode C Multiturn	15
63	BiSS Hengstler Acuro Singleturn	14
64	BiSS Hengstler Acuro Multiturn	14
65	BiSS Hengstler Acuro AC36 Singleturn	14
66	BiSS Hengstler Acuro AC36 Multiturn	14
67	BiSS Hengstler Acuro AD36 Singleturn	14
68	BiSS Hengstler Acuro AD36 Multiturn	14
69	BiSS Hengstler Acuro AC58 Singleturn	14

ec17	detected encoder type (Fortsetzung)	
Wert	erkannter Gebertyp	Einstellung ec16
70	BiSS Hengstler Acuro AC58 Multiturn	14
71	BISS Baumer Thalheim Singleturn	14
72	BISS Baumer Thalheim Multiturn, nicht prog.	14
73	BISS Baumer Thalheim Multiturn, prog.	14
74	BISS Mode C, Singleturn, + EDS Typenschild	15
75	BISS Mode C, Multiturn, + EDS Typenschild	15
76	BISS Mode C Hengstler, Singleturn	15
77	BISS Mode C Hengstler, Multiturn	15
78	BISS Mode C Kübler, Singleturn	15
79	BISS Mode C Kübler, Multiturn	15
80	BISS Mode C AMO Absys, Singleturn	15
81	BISS Mode C AMO Absys, Multiturn	15
82	BISS Mode C AMO Absys, Linear	15
83	BISS Mode C AMO, kein EDS Typenschild	15

5.1.4 Parameter für die Gebereinstellung

Wertebereich für ganze Umdrehungen ec28

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x281C	ec28	revolution range	Festlegen des Wertebereiches für ganze Umdrehungen

ec28	revolution range	0x281C
Bit	Name	Bemerkung
0	direct	Nach dem Einschalten wird der direkte Wert des Gebers wiedergegeben. Bei Multiturn-Gebern wird immer genau die direkt ermittelte Position wiedergegeben. Bei Singleturn-Gebern werden 65536 Umdrehungen gezählt.
1	16 Bit	Bei Multiturn-Gebern werden ebenfalls 65536 Umdrehungen gezählt, nach dem Einschalten wird jedoch immer der direkte Wert des Gebers dargestellt.
2	16 Bit and saving	Es werden immer 65536 Umdrehungen gezählt und laufend nichtflüchtig gespeichert. Bei Absolutwert-Gebern wird dann nach dem Einschalten die Position aus der direkten Position vom Geber und dem intern gespeicherten Wert gebildet. (Bei ausgeschaltetem Gerät darf sich ein Absolutwertgeber dabei nicht um mehr als die Hälfte seines absoluten Wertebereiches verdreht haben.)

	Achtung !	Wenn bei einem Multiturn Geber der Wertebereich überfahren wird, kommt es zu Sprüngen in der Positions- und Drehzahlerfassung. Vermeidbar wird das mit ec28 =2.

Geberstrichzahl ec29

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x281D	ec29	inc per revolution	Anzahl der Inkremente pro Umdrehung

Mit diesem Parameter wird die Geberstrichzahl des angeschlossenen Gebers eingestellt. Die Vorgabe ist nur notwendig bei TTL und Sinus-Cosinus-Gebern (ec16 = 1 .. 7).

Drehzahlabtastzeit ec26
Dieser Parameter bestimmt die Zeit, über die der Drehzahlmittelwert gebildet wird.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x281A	ec26	speed scan time	Abtastzeit und Mittelwertfilterung

ec26	speed scan time	0x281A
Wert	Drehzahlabtastzeit	
0	62,5 us	
1	125 us	
2	250 us	
3	500 us	
4	1 ms	
5	2 ms	
6	4 ms	
7	8 ms	

Abhängig vom Umrichtertyp sind nicht alle Zeiten wirklich realisierbar. Wird eine zu kleine Zeit eingestellt, arbeitet der Umrichter mit der kleinst möglichen Zeit (z.B. 500us obwohl 125us parametriert sind).

Drehzahlfilter ec27
Mit diesem Parameter wird die Filterzeit des PT1-Filters für die Drehzahlberechnung eingestellt.
Der Wertebereich ist 0,000 ... 256,000 ms.

Anzahl Perioden der Absolutspur ec30
Resolver: Anzahl Polpaare
Sin/Cos: Anzahl der Perioden der absoluten SinCos-Signale
Wertebereich: 0 ... 10, Werkseinstellung: 1

Position des Nullsignals ec31
In diesem Anzeigeparameter wird die Position des Nullsignals bei nicht-absoluten Gebern angezeigt:
ec31 = Distanz zwischen Lage Null (in ru33) und Nullsignal des Gebers
Normierung der Anzeige:1 Umdrehung = Strichzahl x 4 (anders als ru33!)

Der Wert von ec31 wird am Ende der Geber-Identifikation (ec17=1) berechnet.

Maximaler Lagefehler ec32
Für absolute Geber mit Inkrementalsignalen:

In ec32 wird die maximal erlaubte Abweichung zwischen inkrementell gezählter und absoluter Lage des Gebers in Grad elektrisch eingestellt.

Ist die Abweichung größer, wird zuerst eine Warnung in ec02 ausgelöst.
Tritt die zu hohe Abweichung mehrmals hintereinander auf, wird ein Fehler ausgelöst.

Wertebereich: 0 ... 180 °, 180 °=> Überwachung ist ausgeschaltet, weder Warnung noch Fehler werden ausgelöst.

Genauigkeit der absoluten Position ec33
Für absolute Geber mit Inkrementalsignalen:

Im Interface ist eine Funktion implementiert, die die inkrementell gezählte mit der absoluten Lage vergleicht. Bei einer Abweichung wird die inkrementelle Lage der absoluten Lage nachführt.

In ec33 wird eingestellt, ab welcher Abweichung dieser beiden Lagen die Nachführung beginnt.

Die Auflösung ist ¼ Inkremente, d.h. beim Wert von 4 wird eine Lageabweichung von einem Strich nachgeführt.

SinCos-Gebern haben eine relativ ungenaue analoge Absolutlage.Hier muss der Startwert für die Korrektur entsprechend groß (z.B. ec33 = 80) eingestellt werden.

Wertebereich: 4 ... 65535
Wert 65535: Die Lagenachführung ist ausgeschaltet.

Modus Lageberechnung ec35

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2823	ec35	pos. calc. mode	Legt den Modus zur Lageberechnung fest.

Dieser Parameter ist bitcodiert:

ec35	**pos. calc mode**		
Bit	Funktion	Wert	Funktion
0	Auswertung Hochauflösung (bei 1Vpp Signalen)	0	Auswertung durchführen
		1	Keine Auswertung der Hochauflösung
1	Drehsinn von Lage und Drehzahl	0	nicht invertiert
		2	invertiert

Nullpunkt setzen ec36
Die absolute Lage kann mit diesem Parameter im Geber auf 0 gesetzt werden. Bisher wird das nur für Hiperface-Geber unterstützt.

Durch die Funktion Nullpunkt setzen ändert sich auch der Systemoffset. Daher muss im Anschluss für Synchronmotore unbeding der geänderte Systemoffset ermittelt werden.

0: Keine Funktion
1: Absolutlage im Geber wird auf null gesetzt, falls der Geber dieses unterstützt.

Systemoffset (SM) ec23

Dieser Parameter wird im Kapitel 5.2.3.5 Systemoffset beschrieben.

5.1.5 Fehler- und Warnmeldungen

5.1.5.1 Fehler- und Warnmeldungen des Interfaces

ec01	error encoder interface	
Wert	Name	Bemerkung
allgemeine Fehler		
0	no error	
6	fast comm: overrun err	Fehler Prozessdatenkommunikation
7	fast comm: sync err	
8	fast comm: BCC err	
9	fast comm: inv. data	
25	5V supply too low	Überwachung der Versorgungsspannungen
26	shortcut at 5V supply	
27	8V supply too low	
28	shortcut at 8V supply	
29	wrong enc type combination	Die für Kanal 1 und 2 eingestellten Gebertypen können zusammen nicht ausgewertet werden.
41	SACB comm: overrun err	Fehler SACB-Kommunikation
42	SACB comm: frame err	
43	SACB comm: parity err	
47	SACB comm: BCC err	
Endat-Geber		
51	Endat: no comm.	keine Kommunikation in Initialisierung möglich
52	Endat: 1Vpp missing	1Vpp-Signale in Initialisierung nicht erkannt, es ist aber Endat mit 1Vpp als Gebertyp eingestellt
55	Endat: unsupported type	Unbekannte Kennung, Geber wird nicht unterstützt
57	Endat: unsupp. version	Endatversion wird nicht unterstützt
68	Endat: write data error	Daten konnten nicht im Geber gespeichert werden
81	Endat: error bit 1	Geber hat Fehlermeldung gesendet
82	Endat: error bit 2	
83	Endat: CRC error position	Endat-Kommunikation fehlerhaft
84	Endat: CRC error add.info 1	
85	Endat: CRC error add.info 2	
86	Endat: encoder error type 1	
87	Endat: watchdog error	
89	Endat: comm. time out	
91	dig. pos. corr. diff. err	Lagedifferenz zwischen inkrementeller mit absoluter (digitaler) Lage zu groß
92	dig. pos. corr. rot. err	Lagedifferenz zwischen inkrementeller mit absoluter (digitaler) Lage zu groß
96	Sin/Cos pos. corr. diff. err	Fehler Lagekorrektur inkrementelle mit absoluter Lage bei SinCos-Geber
101	1Vpp-inc.: signal err	Fehler 1Vpp-Inkrementalsignale
103	1Vpp-abs.: signal err	Fehler 1Vpp-Absolutsignale bei SinCos-Geber
Sinus-Cosinus-SSI-Geber		
105	Sin/Cos+SSI: 1Vpp err	1Vpp Signale nicht in Initialisierung nicht erkannt worden
107	Sin/Cos+SSI: SSI comm err	Fehler SSI-Kommunikation
108	Sin/Cos+SSI: parity err	Paritätsbit ist falsch, falls Prüfung aktiviert ist
109	Sin/Cos+SSI: enc err bit	Geber hat Fehlerbit gesendet, falls Prüfung aktiviert ist
Sinus-Cosinus-Geber		
113	Sin/Cos: no reference	Referenzsignal nicht erkannt worden (Die Strichzahl könnte auch falsch sein)
114	Sin/Cos: inc/rev min err	Eingestellt Strichzahl ist zu klein (verglichen mit Abstand zwischen zwei Referenzsignalen)

ec01	error encoder interface (Fortsetzung)	
Wert	Name	Bemerkung
Sinus-Cosinus-Geber (Fortsetzung)		
115	Sin/Cos: inc/rev max err	Eingestellt Strichzahl ist zu groß (verglichen mit Abstand zwischen zwei Referenzsignalen)
116	Sin/Cos: init err	In Initialisierung sind Gebersignale nicht vollständig erkannt worden
117	Sin/Cos: reference err	Referenzsignal ist seit einigen Umdrehungen nicht mehr erkannt worden, es war aber schon einmal gültig.
TTL-Geber		
121	TTL: trace A error	Spur A ist defekt oder fehlt
122	TTL: trace B error	Spur B ist defekt oder fehlt
123	TTL: trace A or B error	Spur A und B sind defekt oder fehlen
125	TTL: no reference	Referenzsignal nicht erkannt worden (Die Strichzahl könnte auch falsch sein)
126	TTL: inc/rev min err	Eingestellt Strichzahl ist zu klein (verglichen mit Abstand zwischen zwei Referenzsignalen)
127	TTL: inc/rev max err	Eingestellt Strichzahl ist zu groß (verglichen mit Abstand zwischen zwei Referenzsignalen)
128	TTL: init err	In Initialisierung sind Gebersignale nicht vollständig erkannt worden
129	TTL: reference err	Referenzsignal ist seit einigen Umdrehungen nicht mehr erkannt worden, es war aber schon einmal gültig.
BiSS-Geber		
131	BISS: comm init err	In Initialisierung ist keine Kommunikation möglich
132	BISS: enc init err	
133	BISS: unsupp. protocol	
134	BISS: enc comm init err	In Initialisierung lassen sich keine Daten aus dem Geber lesen
137	BISS: unsupp. enc ID	Gebertyp nicht unterstützt
138	BISS: read para timeout	Kommunikation zum Geber
139	BISS: read pos. timeout	
140	BISS: enc comm err	
141	BISS: comm watchdog err	
142	BISS comm: pos. CRC err	
143	BISS comm: para CRC err	
144	BISS: pos. read err	
145	BISS: pos. invalid	
146	BISS: enc err bit	
147	BISS: CPU watchdog err	
Resolver		
151	Resolver: signal err	Ein oder beide Signale fehlerhaft
Hiperface		
161	Hiperface: enc init err	In Initialisierung ist Geber nicht vollständig erkannt worden (siehe erkannten Gebertyp)
163	Hiperface: name plate access err	
164	Hiperface: enc memory read err	In Initialisierung lassen sich keine Daten aus dem Geber lesen
168	Hiperface: enc comm BCC err	Kommunikation zum Geber
171	Hiperface: enc comm parity err	
172	Hiperface: enc comm overrun err	
173	Hiperface: enc comm overrun/parity err	
174	Hiperface: enc comm frame err	
175	Hiperface: enc comm frame/parity err	

ec01	error encoder interface (Fortsetzung)	
Wert	Name	Bemerkung
Hiperface (Fortsetzung)		
176	Hiperface: enc comm frame/overrun err	Kommunikation zum Geber
177	Hiperface: enc comm frm/ovrrn/prty err	
178	Hiperface: enc comm trm time out	
179	Hiperface: enc comm time out	
180	Hiperface: enc comm red time out	
181	Hiperface: enc reset error	Geber lässt sich nicht zurücksetzen
SSI		
191	SSI: no trace detected in init	Initialisierung: keine SSI-Spur erkannt
192	data line signal level error	Signalpegel auf der Datenleitung fehlerhaft
193	no reaction or position from encoder	keine Reaktion oder Lagewert vom Geber
194	parity error	Paritätsbit falsch, falls Prüfung aktiviert wurde
195	error bit sent by encoder	Geber hat Fehlerbit gesendet

ec02	warning encoder interface	
Wert	Name	Bemerkung
0	no warning	Keine Warnung
1	fast communication	Prozessdatenkommunikation
2	SACB communication	SACB Kommunikation
3	EEPROM access not possible	EEPROM Lesen und Schreiben nicht möglich
4	EEPROM write access not possible	EEPROM Schreiben nicht möglich, Lesen ok
5	EEPROM read: error corrected	Fehler beim EEPROM-Lesen gefunden und korrigiert
6	enc supply out of specification	Geberversorgungsspannung kurzzeitig außerhalb Spezifikation
10	Endat: communication	Endat Kommunikation
11	Endat: comm add. info	Endat Kommunikation (eingebettete zusätzliche Kommunikation)
12	pos diff occurred	Lageabweichung aufgetreten
13	pos diff corrected	Lageabweichung aufgetreten und korrigiert
14	1Vpp-inc.: amplitude or form	1Vpp Inkrementalsignale fehlerhaft
15	1Vpp-abs.: amplitude or form	1Vpp Absolutsignale fehlerhaft
16	TTL trace A / Sin. amplitude	TTL-Spur A fehlerhaft
17	TTL trace B / Cos. amplitude	TTL-Spur B fehlerhaft
18	pos diff to 1Vpp-abs. occurred	Lageabweichung zur 1Vpp Absolutspur aufgetreten
19	pos diff to 1Vpp-abs. corrected	Lageabweichung zur 1Vpp Absolutspur korrigiert
20	BISS: encoder communication	BiSS Kommunikation
21	encoder error	Geber hat Fehlermeldung gesendet, aber Fehlerauslösung ist deaktiviert
22	SSI communication error	SSI-Kommunikation fehlerhaft
23	BISS Mode C: enc mem access	BiSS Mode C: Geberspeicherzugriff
24	encoder data reading error	Daten Lesen aus Geber fehlerhaft
25	encoder data writing error	Daten Schreiben in Geber fehlerhaft
26	internal encoder EEPROM error	Geber hat internen EEPROM-Fehler erkannt
27	no reference detected by encoder	Referenzsignal von Geber nicht erkannt
28	Hiperface: communication	Hiperface Kommunikation
29	Invalid data in encoder memory	Speicher im Geber enthält keine verwendbaren Daten

5.1.5.2 Fehler- und Warnmeldungen vom Geber

ec18	error encoder
Wert/Bit	Fehler Geber
0	Keine Warnung
Endat : 16-Bit-Wert „Fehlermeldungen“ an Adresse 0 im Speicherbereich „Betriebszustand“ des Gebers	
Bit 0	Beleuchtung ausgefallen
Bit 1	Signalamplitude fehlerhaft
Bit 2	Positionswert fehlerhaft
Bit 3	Überspannung
Bit 4	Unterspannung
Bit 5	Überstrom
Bit 6	Batteriewechsel erforderlich (falls vorhanden)
Bit 7-15	Noch nicht definiert
BiSS Hengstler Acuro : Fehlerregister an Adresse 0x68	
Bit 0	LED-Strom außerhalb Spezifikation
Bit 1	Multiturnfehler
Bit 2	Positionsfehler
Bit 7	Temperatur außerhalb Spezifikation
Hiperface : Werte Geberstatus	
1	Analogsignale außerhalb Spezifikation
2-6	Initialisierung des Gebers
9-13	Kommunikation gestört
15-18	Zugriff auf Geberspeicher
28	Analogsignale fehlerhaft
29	LED-Strom außerhalb Spezifikation
30	Gebertemperatur kritisch
31	Drehzahl zu hoch
32-35	Position fehlerhaft

ec19	warning encoder
Wert/Bit	Fehler Geber
0	Keine Warnung
Endat : 16-Bit-Wert „Fehlermeldungen“ an Adresse 1 im Speicherbereich „Betriebszustand“ des Gebers	
Bit 0	Frequenzkollision
Bit 1	Temperaturüberschreitung
Bit 2	Regelreserve Beleuchtung erreicht
Bit 3	Batterieladung zu gering
Bit 4	Referenzpunkt erreicht
Bit 5-15	Noch nicht definiert
BiSS Hengstler Acuro : Fehlerbit im Positionsdatenwort	
1	OptoAsic-Temperatur über- oder unterschritten

5.1.6 Daten im Geber speichern

Motordaten können aus einem Geber mit elektronischem Typenschild gelesen oder geschrieben werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x282E	ec46	encoder read/write	Daten zum Geber schreiben oder lesen.
0x282F	ec47	status encoder r/w	Status der Funktion von ec46.

ec46	encoder read/write			
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Funktion
0	read data	0	off	
		1	enable	Motordaten werden aus dem Geber in die Objekte des Umrichters übernommen.
1	store data	0	off	
		2	enable	Motordaten werden im Geber gesichert.

ec47	status encoder r/w	
Wert	Name	Bemerkung
0	idle	Keine Kommunikation
1	busy	Daten werden zum Geber geschrieben oder vom Geber gelesen.
2	data invalid	Die gelesenen Daten entsprechen keinem für KEB gültigem Format. Es werden keine Daten übernommen.
3	basic data loaded	Im Geber wurden Daten aus der KEB-F5 Definition gefunden und übernommen.
4	enhanced data loaded	Im Geber wurden Daten für das für H6 und F6 erweiterte Format gefunden und übernommen.
5	data stored	
6	comm error	Keine Kommunikation zum Geber möglich. (Kein Geber angeschlossen oder Interface nicht mit ec16 aktiviert.)

Beim Schreiben der Daten zum Geber wird immer das für H6 und F6 erweiterte Format genutzt.
Dieses ist jedoch so definiert, dass die Daten des F5-Formates weiterhin zugänglich bleiben. Ein mit H6 geschriebener Geber kann mit F5-Geräten ausgelesen werden.

ec46 und ec47 werden nur beim Doppelachsmodul auf beiden Kanälen unterstützt. Ansonsten sind die beiden Objekte nur auf Kanal A enthalten.

5.1.6.1 Format für die Daten im Geber

Id-Text	Name	DSM		DASM	
		basic	enhanced	basic	enhanced
dr00	motor type	x	x	x	x
dr01	motor part number		x		x
dr03	rated current	x	x	x	x
dr04	rated speed	x	x	x	x
dr05	rated voltage			x	x
dr06	rated frequency	x	x	x	x
dr09	rated torque	x	x	x	x
dr11	max torque	x	x		x
dr12	max current	x	x		x
dr13	breakdown torque %		x		x
dr14	SM EMF [Vpk/1000min.1]	x	x		
dr15	SM inductance q-axis UV	x	x		
dr16	SM inductance d-axis %	x(1)	x		
dr17	stator resistance UV	x	x	x	x
dr18	ASM rotor resistance UV %			x	x
dr19	ASM head inductance UV			x	x
dr21	ASM sigma stator inductance UV			x	x
dr22	ASM sigma rotor inductance %			x	x
dr25	breakdown speed %		x		x
dr28	Uic reference voltage		x		x
dr32	inertia motor [kg*cm^2]		x		x
dr33	motor temp sensor type		x		x
dr34	motorprotection current %		x		x
dr35	SM prot. time. Min. Is/Id		x		
dr36	SM prot. time Imax		x		
dr37	SM prot. recovery time		x		
dr38	SM prot. min. Is/Id		x		
dr39	ASM prot. Mode				x
ec23	system offset	x	x		
ec26	speed scan time	x	x	x	x
ec27	speed PT1 time	x(1)	x(1)	x(1)	x(1)
cs12	absolute torque	x	x	x	x

- ***Dieser Wert wird nicht direkt gespeichert, sondern aus anderen Objekten sinnvoll rekonstruiert.***

5.1.7 Geber-Seriennummer

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2830	Ec48	saved encoder serial number	Gespeicherte Geber-Seriennummer
0x2831	Ec49	encoder serial number	Vom Geber ausgelesene Seriennummer

Die Geber-Seriennummer wird bei jedem Power-On-Reset und jedem Wechsel des Gebertyps aus dem Geber ausgelesen. Bei Gebern ohne Seriennummer wird ec49 gelöscht.
Da die Seriennummer für unterschiedliche Gebertypen unterschiedlich definiert ist, wird der gelesene Wert zur Vereinheitlichung der Anzeige in einen ASCII-String gewandelt und byteweise angezeigt.

Beispiel 1: BiSS-Geber Hengstler Acuro AC58
Seriennummer = 255229

Ec49	Encoder serial number											
Subindex	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ASCII	0x30	0x30	0x32	0x35	0x35	0x32	0x32	0x39	0x00	0x00	0x00	0x00
Zeichen	0	0	2	5	5	2	2	9	nicht genutzt			

Beispiel 2: Hiperface-Geber SKM 36
Seriennummer = GB0450179

Ec49	Encoder serial number											
Subindex	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ASCII	0x47	0x42	0x30	0x34	0x35	0x30	0x31	0x37	0x39	0x00	0x00	0x00
Zeichen	G	B	0	4	5	0	1	7	9	nicht genutzt		

5.1.7.1 Speichern der Geber-Seriennummer

Durch Schreiben auf ec49 wird die vom Geber gelesene Seriennummer nach ec48 kopiert und nicht flüchtig gespeichert.

5.1.7.2 Prüfung auf Austausch des Gebers

Mit Hilfe der Geber-Seriennummer kann geprüft werden, ob der Geber ausgetauscht wurde. Wird pn73 E.enc A changed stop mode für Geber A bzw. pn74 E.enc B changed stop mode für Geber B aktiviert, wird die eingestellte Reaktion ausgeführt, sobald ec48 und ec49 sich unterscheiden.

5.2 Motorparametrierung

5.2.1 Allgemeines

Unter COMBIVIS 6 ist ein Assistent zur Inbetriebnahme-Unterstützung integriert.

Jede Parametereingabe in der dr – Gruppe wird erst übernommen, wenn der Parameter dr99 „motordata control“ beschrieben wird.

dr99	motordata control			
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Funktion
0	motordata control	0	store motordata, init reg	Die neuen Motordaten werden übernommen und alle Normierungen durchlaufen
		1	store motordata, no reg.	Die neuen Motordaten werden übernommen, aber folgende Parameter werden nicht neu berechnet: Stromregler (ds00…03) / Flussregler (fc18, fc19) / Filterzeit für die Stabilisierung (ds33)

Wird ein Parameter manuell verändert, der nur bei motordata control = 0 automatisch berechnet wird (z.B. die Stromreglerverstärkung), so wird dr99 automatisch auf den Wert 1 gesetzt.

Im Parameter dr02 „motordata state“ kann der Status auslesen werden.

Im Status „fill motordata“ und „storing motordata“ ist die Modulationsfreigabe nicht möglich. Wird trotzdem versucht den Antrieb in den Status „Operation enabled“ zu bringen, geht er auf „ERROR motordata not stored“ (ru01 = 21).

Dieser Fehler lässt sich erst zurücksetzten, wenn mit dr99 die Daten übernommen werden. Während der Antrieb sich im Status „Operation enabled“ befindet, können dr-Parameter aber verändert werden und durch Schreiben von dr99 aktiviert werden.

dr02	motordata state			
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Funktion
0-1	motordata state	0	fill motordata	Neue Daten wurden beschrieben, aber noch nicht übernommen
		1	storing motordata	Die Normierungen werden durchlaufen
		2	motordata stored	Die Daten wurden für die Regelung übernommen, die Speicherung im EEPROM ist aber eventuell noch nicht abgeschlossen
		3	error norm motordata	In einer Normierungroutine ist ein Fehler aufgetreten: • Reglerparameter konnten nicht berechnet werden (Motor- / Umrichtergröße nicht passend, Motordaten nicht zusammengehörig) • Nennschaltfrequenz zu klein

Über den Parameter dr00 „motor typ“ kann zwischen Asynchron und Synchronmotor ausgewählt werden.

dr00	motor type	
Wert	Name	Bemerkung
0	asynchron. motor (ASM)	ein Asynchronmotor soll parametriert werden
1	synchronous motor (SM)	ein Synchronmotor soll parametriert werden

Die Ersatzschaltbilddaten (Widerstände, Induktivitäten) müssen als verkettete (Phase-Phase) Werte vorgegeben werden.

Sind im Datenblatt nur Strangwerte angegeben, müssen diese, abhängig von der Schaltungsart, für die Umrichter-Parameter in verkettete Werte umgerechnet werden.

Schaltungsart	Umrichterwert
Stern (Y)	Strangwert * 2
Dreieck (Δ)	Strangwert * 2/3

Die dr-Parameter unterscheiden sich in Typenschilddaten, Ersatzschaltbilddaten (aus Datenblatt oder Auto-Identifikation ermittelbar) und applikationsspezifischen Daten.

5.2.2 Asynchronmotor

5.2.2.1 Typenschilddaten

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2203	dr03	rated current	Bemessungsstrom
0x2204	dr04	rated speed	Bemessungsdrehzahl
0x2205	dr05	rated voltage	Bemessungsspannung
0x2206	dr06	rated frequency	Bemessungsfrequenz
0x2207	dr07	ASM rated cos(phi)	cos phi
0x2209	dr09	rated torque	Nennmoment (aus Typenschilddaten berechenbar)
0x2220	dr32	inertia motor (kg*cm^2)	Motor-Trägheitsmoment

Bei einem Asynchronmotor wird typischerweise nicht das Nennmoment sondern die Nennleistung angegeben werden.

Nach folgender Formel kann das Nennmoment aus der Leistung und der Nenndrehzahl ermittelt werden:

$$\text{dr09 rated torque} = \frac{\text{Nennleistung [kW]} * 9550}{\text{Nenndrehzahl } [\frac{\text{U}}{\text{min}}]}$$

Falls das Motorträgheitsmoment dem Datenblatt entnommen werden kann, sollte dieser Wert in dr32 eingetragen werden.

Ist das Trägheitsmoment nicht bekannt, kann dr32 auch auf den Wert 0 gesetzt werden und stattdessen das Gesamtträgheitsmoment des Motors plus aller starr gekoppelten Schwungmassen in Parameter cs17 eingetragen werden (siehe auch 5.3.5 Ermittlung des Massenträgheitsmomentes)

ist cs99 optimisation factor nicht auf 19:off gesetzt darf das Gesamtträgheitsmoment nicht 0 sein, sonst wird bei Betätigung von dr99 der Fehler Error drive data ausgelöst.

5.2.2.2 Ersatzschaltbilddaten

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2211	dr17	stator resistance UV	Ständerwiderstand Rs in Ohm
0x2212	dr18	ASM rotor resist. UV %	Rotorwiderstand Rr in % des Ständerwiderstandes
0x2213	dr19	ASM head inductance UV	Hauptinduktivität Lh in mH
0x2215	dr21	ASM sigma stator ind. UV	Ständerstreuinduktivität in mH
0x2216	dr22	ASM sigma rotor ind. %	Rotorstreuinduktivität in % der Ständerstreuung
0x222C	dr44	speed (Lh/EMK ident.) %	Drehzahl, bei der die Hauptinduktivität identifiziert wird (automatisch voreingestellt) in % Nenndrehzahl
0x2236	dr54	Ident	Startetet die Identifikation
0x2237	dr55	Ident state	Zeigt aktuelle Messung oder Statusmeldung an (z.B.: „stator resistance“ „ready“ oder „error“)

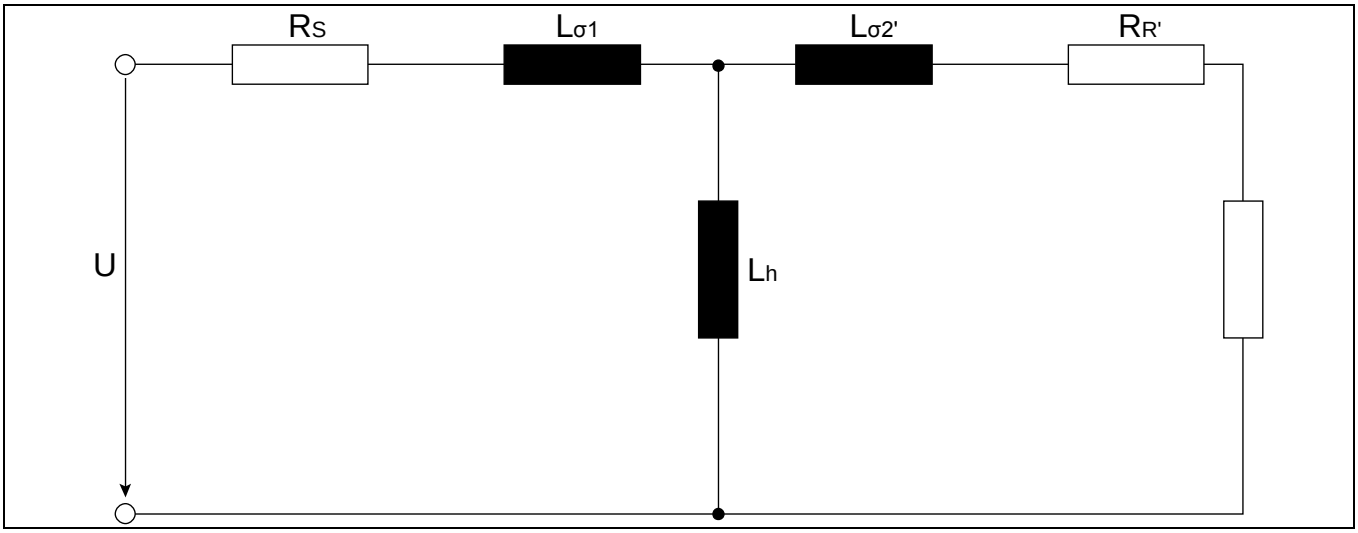
Die Parameter dr17, dr18, dr19, dr21 und dr22 können entweder einem Datenblatt entnommen oder automatisch durch die Identifikation ermittelt werden.

Speziell die Hauptinduktivität sollte immer identifiziert werden, da sie abhängig vom Magnetisierungsstrom ist und der Datenblattwert eventuell für einen anderen Strom gilt.

Zur Identifizierung der Hauptinduktivität muss der Motor frei ohne Last drehen können.

Die Drehzahl, mit der identifiziert wird, ist durch dr44 festgelegt.

Bei den Identifikationsschritten im Stillstand kann der Motor durch die Testsignale leicht bewegt werden.



5.2.2.3 Applikationsspezifische Daten

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2208	dr08	magnetising current %	Magnetisierungstrom in % des Motornennstroms
0x220B	dr11	max. torque %	Maximalmoment in % Nennmoment
0x220C	dr12	max. current %	Maximalstrom in % Motornennstrom
0x220D	dr13	breakdown torque %	Maximalmoment bei Start der Feldschwächung
0x2219	dr25	breakdown speed %	Feldschwächdrehzahl in % der Nennfeldschwächdrehzahl
0x221C	dr28	uic reference voltage	DC-Bezugsspannung in V
0x222D	dr45	ASM u/f boost	Boost

Der Magnetisierungsstrom kann manuell vorgegeben werden, um z.B. Motorverluste zu reduzieren (siehe Kapitel 5.2.5 Magnetisierungsstrom)

dr08	magnetising current %	0x2208
Wert	Name	Bemerkung
0	off	automatische Berechnung des Magnetisierungsstromes aus dem cos phi
0,1 .. 100%		manuelle Vorgabe eines Magnetisierungsstromes

Um die Mechanik vor zu großen Drehmomenten zu schützen kann das Moment mit dr11 begrenzt werden.

dr11	max torque %	0x220B
Wert	Bemerkung	
0 .. 6000 %	maximal zulässiges Moment in % des Nenndrehmomentes	

Wird ein Motor mit einem Vielfachen des maximal zulässigen Wertes bestromt, kann er weder durch die Motorschutzfunktion noch die Temperatursensoren sicher vor Zerstörung geschützt werden. Daher kann der Maximalstrom begrenzt werden.

dr12	max current %	0x220C
Wert	Bemerkung	
0 .. 6000 %	maximal zulässiger Motorstrom in % des Motornennstroms	

Mit dr13 und dr25 wird der Einsatzpunkt des Feldschwächbetriebs und die Grenzkennlinie des Motors definiert (siehe Kapitel 5.2.9 Feldschwächung).
Für eine Erstinbetriebnahme sind die Defaultwerte in der Regel ausreichend.

dr13	breakdown torque %	0x220D
Wert	Bemerkung	
0 .. 6000,0 %	Maximalmoment bei Start der Feldschwächung	

dr25	breakdown speed %	0x2219
Wert	Bemerkung	
0,1 .. 1000,0 %	Drehzahl für Einsetzen der Feldschwächung in % der Nennfeldschwächdrehzahl (Nennwert berechnet aus Motornennspannung, Zwischenkreisspannung und Nennfrequenz)	

Mit dr28 wird die Zwischenkreisspannung festgelegt, für die die Grenzkennlinie und der Feldschwächbereich ausgelegt sind.

In diesem Objekt sollte die zu erwartende Zwischenkreisspannung eingetragen werden, die abhängig von der Netzspannung oder der AFE Spannnung ist (siehe Kapitel 5.2.9 Feldschwächung).

dr28	uic reference voltage	0x221C
Wert	Bemerkung	
200 .. 830V	DC-Bezugsspannung in V	

5.2.2.4 Motorschutz

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2221	dr33	motor temp sensor type	Art des Temperatursensors (KTY oder PTC)
0x2222	dr34	motorprotection curr. %	Nennstrom für Software-Motorschutzfunktion in % Motornennstrom
0x2227	dr39	ASM prot. mode	Kühlungsart (Eigen- oder Fremdgekühlt)

Mit diesen Objekten wird der Übertemperatur-Motorschutz parametriert (siehe Kapitel 3.3.3.5 Übertemperatur Motor (dOH) und Kapitel 3.3.3.6 Motorschutzschalter OH2).

5.2.2.5 Schnell-Inbetriebnahme eines Asynchronmotors

Die Inbetriebnahme sollte immer mit co01 modes of operation = 2: velocity mode erfolgen, auch wenn später eine andere Betriebsart verwendet werden soll.

1. ***Antrieb darf nicht im Betrieb sein***
   co00 controlword = 0 oder hardwaremäßige Modulationssperre

2. ***Default-Daten laden***
   mit co08 = 2 und anschließend co09 = 1 werden automatisch Default-Daten in alle Parameter geladen

3. ***Betriebsart auswählen***
   in cs00 Bit 0..3 wird die Betriebsart ausgewählt (0 = U/f-Kennlinien-Betrieb / 1 = mit Encoder, ohne Modell / 2 = mit Encoder, mit Modell / 3 = ohne Encoder, mit Modell = ASCL)

4. ***Motordaten vorgeben***

mit der Eingabe der ersten Motordaten wechsel der Status von dr02 auf 0: fill motordata

für U/f-Kennlinienbetrieb sind nur folgende Daten notwendig:

- dr03 rated current => für die elektronische Motorschutz-Funktion
- dr04 rated speed / dr06 rated frequency => Polpaarzahl
- dr04 rated speed / dr05 rated voltage => Typenpunkt (Spannung für Nenndrehzahl)
- dr45 ASM u/f boost => Spannung für Frequenz = 0Hz
- dr33 motor temp sensor type => Auswahl Motorsensor (PTC oder KTY)

für geregelten Betrieb mit oder ohne Geber sind folgende Daten ***zusätzlich*** notwendig:

- dr09 rated torque => Momenten-Bezugswert
- dr32 inertia motor (kg*cm^2) => zur automatischen Parametrierung des Drehzahlreglers (zusammen mit cs17 inertia load)
- dr07 rated cos(Phi) => Festlegung des Magnetiserungsstromes (ist dieser nicht bekannt, kann der Default-Wert von dr07 verwendet werden)

- Ersatzschaltbilddaten dr17, dr18, dr19, dr21 einstellen

  Hier gibt es 2 Möglichkeiten:

  - die Ersatzschaltbildaten werden aus einem Datenblatt entnommen. Zusätzlich sollte die Hauptinduktivität durch Identifikation ermittelt werden, da der Datenblattwert meist nur für einen bestimmten Magnetisierungsstrom passt (dr54 = 8)
  - die Ersatzschaltbildaten werden vollständig durch Identifikation vom Drive automatisch ermittelt (dr54 = 1)

  Um die Identifikation verwenden zu können, muss in cs00 control mode eine Betriebsart mit Motormodell ausgewählt sein (cs00 Bit 0..3 = 2 oder 3), sonst wird die Eingabe von dr54 abgelehnt.
  Die Ermittlung der Widerstände und der Streuinduktivität erfolgt im Stillstand (leichte Drehung des Motors durch Testsignale möglich), für die Ermittlung der Hauptinduktivität muss der Antrieb im Leerlauf oder mit nur kleiner Last drehen können.
  Die Drehzahl wird durch dr44 in %Nenndrehzahl festgelegt.
  Der Default-Wert ist für die Identifikation optimal, aber falls die Applikation eine andere Drehzahl erfordert, muss der Wert verändert werden.
  Die Drehrichtung ist Rechtlauf.

Mit dr99 = 0 werden die Motordaten und die Parmetrierung der Identifikation übernommen.
In dr02 muss der Wert 2: motordata stored erscheinen.

5. ***Encoder parametrieren***

wurde eine Betriebsart mit Encoder ausgewählt, müssen die Geberparameter in der ec-Gruppe eingestellt werden (Gebertyp, Glättung, usw.)
Nähere Informationen zur Geberparametrierung finden sich im Kapitel 5.1 Interface zum Geber.
Am Ende einer erfolreichen Parametrierung muss der Wert von ec00 status encoder interface = 9: position value ok sein

6. ***Identifizieren***

Um Identifizieren zu können, muss der Antrieb betriebsbereit sein:

- der Zwischenkreis muss geladen sein
- ru01 exception state muss gleich 0: no exception sein

  (falls eine Fehlermeldung anliegt, muss die Ursache behoben und mit co00 = 128 ein Reset durchgeführt werden)
- falls der Antrieb Safety-Funktionalität hat, müssen die entsprechenden Eingänge gesetzt sein
- die Rampen (co48 .. co60) müssen so parametriert sein, dass keine übermäßigen Beschleunigungskräfte entstehen
- Wenn das Trägheitsmoment in dr32 und cs17 schon korrekt parametriert wurde, hat sich der Drehzahlregler schon automatisch eingestellt.
  Sonst muss das Trägheitsmoment größenordnungsmäßig vorgegeben und die automatische Anpassung durch Schreiben auf cs99 durchgeführt werden.
  Alternativ kann cs99 auf 19:off gestellt und der Drehzahlregler manuell adaptiert werden.
- die Momenten- und Stromgrenzen stehen Default auf 100%.
- mit co00 = 3 und anschließend co00 = 11 wird die Modulation freigeben (in der Defaulteinstellung) und der Antrieb startet die Identifikation.
  In dr55 ident state kann der Fotrtschritt der Identifikation verfolgt werden.
  Manche Schritte könne bis zu einigen Minuten dauern.
  Der Endzustand sollte dr55 = 14: ready sein. Falls die Identifikation in 12: error endet, kann in dr57 ident error info die Art des Fehlers festgestellt werden (siehe Beschreibung von dr57 im Kapitel 5.2.17 Identifikation)

- die Modulation wieder sperren (co00 = 0)

- mit dr54 = 0 die Identifikation deaktivieren und mit dr99 = 0 die identifizierten Daten übernehmen.
  Dadurch werden die Regler parametriert

7. *Applikationsspezifische Daten*

die folgenden Punkte sind nicht vollständig, aber diese Werte müssen zumindest überprüft werden,Basis ist Betriebsart velocity mode.

Drehzahlgrenzen

in den vl Parametern können Drehzahlgrenzen für den velocity mode parametriert werden

Momentengrenzen

dr11	max torque	Momentengrenze des Motors
cs12	absolute torque	Momentengrenze der Applikation (gilt für alle Quadranten)
cs13..16		Momentengrenzen für die einzelnen Quadranten
dr13	breakdown torque	Moment zur Definition der drehzahlabhängigen Grenzkennlinie. Dieser Wert muss erhöht werden, wenn die Momentenabsenkung nach der 1/x^2 Kennlinie schon zu früh beginnt

Stromgrenzen

de29	inverter maximum current	nur Anzeige / Maximalstrom für Regelung
dr12	max current	Maximalstrom des Motors
is11	max current	hier kann der Maximalstrom des Umrichters verringert werden (z.B. wenn bei Motoren mit großem Stromripple die Grenze für die Regelung gesenkt werden soll, um Überstromfehler zu vermeiden)

Rampen

co48 .. co51	Werte für Beschleunigung / Verzögerung
co52..co59	Werte für den Ruck in verschiedenen Rampenphasen
co60	generelle Parametrierung des Rampengenerators

Schutzfunktionen

in den pn Parametern können die verschiedenen Warninglevel festgelegt werden. Außerdem können Schutzfunktionen aktiviert / deaktiviert werden (z.B. Geschwindigkeitsüberwachung, Motortemperatursensor, usw.)
Auch die Schnellhaltrampe wird hier parametriert. Wann die Schnellhaltrampe aktiv wird (nur bei Fehler oder auch shut down und disable operation) wird in co32 state machine properties festgelegt.

Regler

die Anpassung der Stromregler erfolgt automatisch. Zur Anpassung an spezielle Motore oder Applikationen kann aber auch hier die Reglerverstärkung mit ds14 current cntrl factor angepasst werden. Der Wert wird nur aktiv, wenn danach noch einmal dr99 = 0 geschrieben wird.
Der Drehzahlregler kann manuell oder über cs99 optimisation factor optimert werden.
Bei Verwendung des optimisation factors passt sich die Einstellung des Reglers automatisch an veränderte Drehzahlglättungszeiten an.
Längere Glättungszeiten haben, bei konstantem cs99, eine schwächere Reglereinstellung zur Folge.
Eine längere Glättung und damit eine bessere Hochfrequenzunterdrückung kann aber einen kleineren Wert für cs99 und damit eine dynamischere Regelung ermöglichen.

Soll der Feldschwächbereich genutzt werden, muss evtl. der Maximalspannungsregler an die Dynamik der Applikation angepasst werden (siehe Kapitel 5.2.9.3.2 Maximalspannungsregler)

Totzeitkompensation

Für Betriebsarten mit Motormodell sollte die Totzeitkompensation eingeschaltet werden. Ist für den Antrieb + Motor die vollständige Identifikation durchgeführt worden, ist is07 dead-time comp mode = 2: ident der beste Wert.

Schaltbedingungen

Die Verwaltung der Ausgänge (Festlegung von Schaltbedingungen, Zuordnung, Filterung, usw.) geschieht in den do-Parametern

5.2.3 Synchronmotor

5.2.3.1 Typenschilddaten

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2203	dr03	rated current	Nennstrom
0x2204	dr04	rated speed	Nenndrehzahl
0x2205	dr05	rated voltage	Nennspannung
0x2206	dr06	rated frequency	Nennfrequenz
0x2209	dr09	rated torque	Nennmoment
0x2220	dr32	inertia motor (kg*cm^2)	Motor-Trägheitsmoment

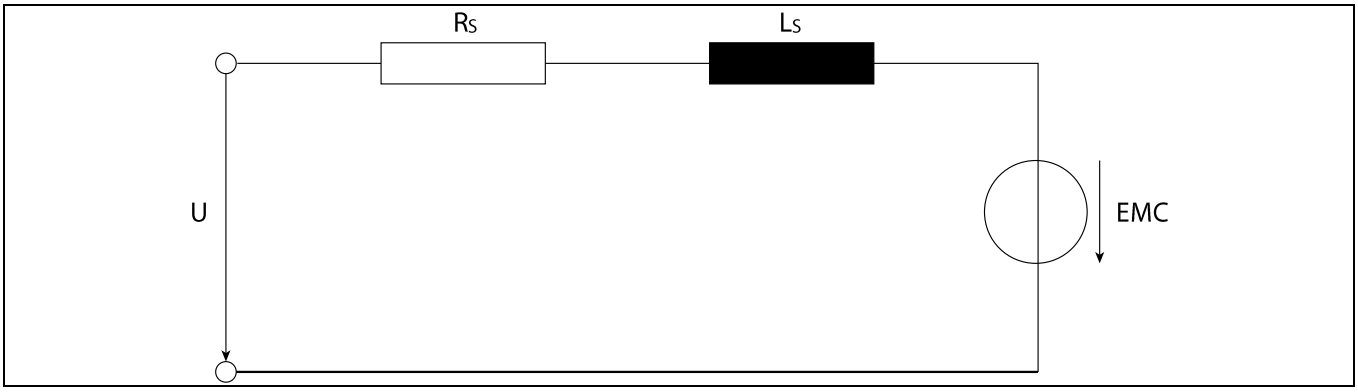
In diesen Objekten werden die Motornenndaten eingetragen.
Falls Motorträgheitsmoment dem Datenblatt entnommen werden kann, sollte dieser Wert in dr32 eingetragen werden.

Ist das Trägheitsmoment nicht bekannt, kann dr32 auch auf den Wert 0 gesetzt werden und stattdessen das Gesamtträgheitsmoment des Motors plus aller starr gekoppelten Schwungmassen in Parameter sc17 eingetragen werden (siehe auch 5.3.5 Ermittlung des Massenträgheitsmomentes)

5.2.3.2 Ersatzschaltbilddaten

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x220E	dr14	SM EMK [Vpk*1000rpm]	EMK (Spitzenwert der verketteten Spannung) bei 1000 U/min in V
0x220F	dr15	SM inductance q-axis UV	Querinduktivität (Induktivität der q-Achse) in mH
0x2210	dr16	SM inductance d-axis %	Längsinduktivität (Induktivität der d-Achse) in % von dr.15
0x2211	dr17	stator resistance UV	Ständerwiderstand in Ohm
0x222C	dr44	speed (Lh/EMK ident.) %	Drehzahl, bei der die EMK identifiziert wird (automatisch voreingestellt) in % Nenndrehzahl
0x2236	dr54	Ident	Startetet die Identifikation
0x2237	dr55	Ident state	Zeigt aktuelle Messung oder Statusmeldung an (z.B.: „stator resistance“ „ready“ oder „error“)

Die Parameter dr14, dr15, dr16, dr17 können entweder einem Datenblatt entnommen oder automatisch durch die Identifikation ermittelt werden.
Im Datenblatt ist meist nur eine Induktivität angegeben. Dies bedeutet, dass Längs- und Querinduktivität identisch sind.
Der Induktivitätswert ist dann in dr15 einzutragen und dr16 auf 100% zu setzen.
Zur Identifizierung der EMK muss der Motor frei ohne Last drehen können.
Die Drehzahl, mit der identifiziert wird, ist durch dr44 festgelegt.
Bei den Identifikationsschritten im Stillstand kann der Motor durch die Testsignale leicht bewegt werden.



5.2.3.3 Applikationsspezifische Daten

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2208	dr08	magnetising current %	Magnetisierungstrom in % des Motornennstroms
0x220B	dr11	max. torque %	Maximalmoment in % Nennmoment
0x220C	dr12	max. current %	Maximalstrom in % Motornennstrom
0x220D	dr13	breakdown torque %	Definition der Grenzkennlinie durch 1 Punkt (Moment bei Drehzahl) auf der 1/x Kurve
0x2219	dr25	breakdown speed %	
0x221C	dr28	uic reference voltage	DC-Bezugsspannung in V

Bei einem Synchronmotor sollte dr08 immer auf „off“ stehen (siehe Kapitel 1.15.2.5 Magnetisierungsstrom).

dr08	magnetising current %	0x2208
Wert	Name	Bemerkung
0	off	Magnetisierungsstromes = 0
0,1 .. 100%		manuelle Vorgabe eines Magnetisierungsstromes

Um die Mechanik vor zu großen Drehmomenten zu schützen, kann das Moment mit dr.11 begrenzt werden.

Außerdem dient dieser Parameter zusammen mit dr12 zur Definition der Sättigungskennlinie, wenn der Einfluss der Sättigung berücksichtigt werden soll (siehe Kapitel 5.2.12 Sättigungskennlinie (SM))

dr11	max torque %	0x220B
Wert	Bemerkung	
0 .. 6000 %	maximal zulässiges Moment in % des Nenndrehmomentes	

Wird ein Motor mit einem Vielfachen des maximal zulässigen Wertes bestromt, kann er weder durch die Motorschutzfunktion noch die Temperatursensoren sicher vor Zerstörung geschützt werden. Außerdem kann ein zu großer Strom zur Entmagnetisierung des Motors führen. Daher kann der Maximalstrom begrenzt werden.

dr12	max current %	0x220C
Wert	Bemerkung	
0 .. 6000 %	maximal zulässiger Motorstrom in % des Motornennstroms	

Die Grenzkennlinie eines Synchronmotors ist (bei aktiviertem und richtig parametriertem Maximalspannungsregler) unter Vernachlässigung von Sättigung und ähnlicher Effekte näherungsweise eine 1/x Kennline.

Diese Kennlinie wird durch dr25 (Drehzahl) und dr13 (maximales Moment bei dr25) definiert (siehe Kapitel 5.2.9 Feldschwächung).

Der Defaultwert für beide Parameter ist 100%. Das heißt, man geht davon aus, dass der Motor bei Nenndrehzahl für Nennmoment auch Nennspannung benötigt.

dr13	**breakdown torque %**	**0x220D**
Wert	Bemerkung	
0 .. 6000,0 %	Moment zur Definition der 1/x Kennlinie	

dr25	**breakdown speed %**	**0x2219**
Wert	Bemerkung	
0,1 .. 1000,0 %	Drehzahl zur Definition der 1/x Funktion in % der Nenn-Grenzkennliniendrehzahl (Nennwert berechnet aus Motornennspannung, Zwischenkreisspannung und Nennfrequenz)	

Die 1/x-Grenzkennlinie wird erreicht, indem ein negativer Magnetisierungsstrom (Id), der der Polradspannung entgegen wirkt, vom Maximalspannungsregler vorgegeben wird.
Ist ein Motor nicht für Feldschwächbetrieb geeignet, müsste dieser Id Strom theoretisch höher als der maximal zulässige, bzw. maximal zur Verfügung stehende Strom sein.
Damit sinkt das erreichbare Moment sehr schnell ab (siehe 5.2.9.3.2.1 Grenzwert bei Synchronmotoren)

Mit dr28 wird die Zwischenkreisspannung festgelegt, für die die Grenzkennlinie ausgelegt ist. In diesem Objekt sollte die zu erwartende Zwischenkreisspannung eingetragen werden, die abhängig von der Netzspannung oder der AFE Spannung ist (siehe Kapitel 5.2.9.4.2 Zwischenkreisspannungsabhängigkeit).

dr28	**uic reference voltage**	**0x221C**
Wert	Bemerkung	
200 .. 830V	DC-Bezugsspannung in V	

5.2.3.4 Motorschutz

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2221	dr33	motor temp sensor type	Art des Temperatursensors (KTY oder PTC)
0x2222	dr34	motor protection curr. %	Dauerstillstandsstrom (permanent zulässiger Strom bei Stillstand) in % Motornennstrom
0x2203	dr03	rated current	Nennstrom = permanent zulässiger Strom bei Nenn-drehzahl
0x2226	dr38	SM prot. min. Is/Id	Einsatzpunkt der Motorschutzfunktion in % des per-manent zulässigen Stromes
0x220C	dr12	max. current %	Maximalstrom in % Motornennstrom
0x2223	dr35	SM prot. time min. Is/Id	Zeit, nach der die Schutzfunktion auslöst, wenn der minimale Strom (definiert durch dr38) fließt
0x2224	dr36	SM prot. time Imax	Zeit, nach der die Schutzfunktion auslöst, wenn der minimale Strom (definiert durch dr12) fließt
0x2225	dr37	SM prot. recovery time	Erholungszeit = Zeit, die der Schutzfunktions-Zähler benötigt, um von 100% bis 0% zu zählen

Mit diesen Objekten wird der Übertemperatur-Motorschutz parametriert (siehe Kapitel 3.3.3.5 Übertemperatur Motor (dOH) und Kapitel 3.3.3.6 Motorschutzschalter OH2).

5.2.3.5 Systemoffset

5.2.3.5.1 Allgemein

Für den Betrieb eines Synchronmotors ist die Kenntnis der Systemlage (auch als Systemoffset bezeichnet) zwingend notwendig.
Die Systemlage erfasst den mechanischen Versatz zwischen der Rotorlage und Lageinformation des angebauten Gebersystems.

Wenn der Systemoffset falsch eingemessen bzw. nicht korrekt vorgegeben wird, kann der Synchronmotor unkontrollierbar durchgehen.

Folgende Fälle müssen unterschieden werden:

Fall	Erläuterung
Betrieb mit einem Geber der eine **Absolutlage-Information** pro mechanischer oder elektrischer Umdrehung liefert	Systemlage muss nur einmalig ermittelt werden Systemlage-Einmessung wird durch dd00 gestartet / kontrolliert
Betrieb mit einem Geber **ohne Absolut-Information**	Die Systemlage muss mindestens nach Netz-Ein oder aber bei jeder Modulationsfreigabe neu ermittelt werden. Systemlage-Einmessung wird durch dd00 gestartet / kontrolliert
Betrieb ohne Geber **(SCL)**	Systemlage muss bei jeder Modulationsfreigabe neu ermittelt werden. Systemlage-Einmessung wird durch dd01 gestartet / kontrolliert

Auf welche Art die Ermittlung des Systemoffsets erfolgt, wird in den Parametern dd00 (Betrieb mit Geber) oder dd01(SCL) eingestellt. Nicht alle Modi sind in beiden Betriebsarten verfügbar.

dd00	rotor detection			**0x3600**
dd01	SCL rotor detection			**0x3601**
Bit	Funktion	Wert	Funktion	Verfügbarkeit
0…2	mode	0, 6, 7	off	
		1	const voltage vector (cvv)	mit Geber
		2	cvv without turning	mit Geber
		3	cw without turning	SCL
		4	five step	
		5	hf detection	
3	start after process	0	no	
		8	yes	
4…5	cvv finished	0	hold rotor current	
		16	current to zero	
		32	to stabilisation current	SCL
		48	reserved	
6…7	system offset (ec-group)	0	overwrite	nur SCL mode „five step“ oder „hf detection“
		64	no override	
		128	reserved	
		192	reserved	

Mit Bit 3 wird festgelegt, ob nach Abschluss der Lage-Identifikation sofort mit dem aktuellen Sollwert gestartet wird (Standard bei SCL), oder ob der Antrieb in „start operation activ“ verharrt (Standard bei Betrieb mit Geber).
Für den SCL-Betrieb ist die Option „start after process“ = no nur für Tests während der Inbetriebnahme (z.B. Test des Five-Step Verfahrens) sinnvoll.

dd00	rotor detection			**0x3600**
dd01	SCL rotor detection			**0x3601**
Bit	Funktion	Wert	Funktion	
3	start after process	0	no	
		8	yes	

Mit Bit 4 und 5 wird festgelegt, ob der Einziehstrom nach Beendigung der Systemlage-Identifikation beibehalten wird, oder ob der Strom zu Null bzw. auf den Stillstands-Strom gesetzt wird.

Diese Einstellung ist nur wirksam bei „start after process = no“.

dd00	rotor detection				**0x3600**
dd01	SCL rotor detection				**0x3601**
Bit	Funktion	Wert	Funktion	Bemerkung	
4…5	cvv finished	0	hold rotor current		
		16	current to zero		
		32	to stabilisation current	nur verfügbar bei SCL	
		48	reserved		

Mit Bit 6 und 7 wird festgelegt, ob die Systemlage (ec23) mit der identifizierten Lage überschrieben werden soll. Diese Auswahl ist nur bei SCL-Betrieb möglich, mit Geber wird ec23 immer mit der neu identifizierten Lage überschrieben.
Bei SCL Identifikationsmode 3 „cvv without turning“ wird ec23 nie überschrieben

dd01	SCL rotor detection		0x3601
Bit	Funktion	Wert	Funktion
6…7	system offset (ec-group)	0	overwrite
		64	no override
		128	reserved
		192	reserved

In dr55 kann gelesen werden, ob die Identifikation läuft oder ob sie beendet ist

dr55	ident state	0x2237
Wert	Bemerkung	Bedeutung
12	error	Abbruch der Systemlage-Identifikation mit Fehler
14	ready	Systemlage-Identifikation erfolgreich abgeschlossen
17	rotor detection (cvv)	Lageidentifikation mit dem „constant voltage vector“ Verfahren läuft
18	rotor detection (hf detection)	Lageidentifikation mit „hf detection“ läuft
19	rotor detection (five step)	Lageidentifikation mit „five step“ läuft

5.2.3.5.2 constant voltage vector without turning

In diesem Verfahren wird ein Spannungsvektor mit einer konstanten elektrischen Lage ausgeben. Die Höhe des Endwertes des Stromes wird mit dd02 eingestellt, die Rampenzeit zum Aufbau des Stromes mit dd03.

Sofern sich der Rotor frei drehen kann, wird er sich an die feste elektrische Position verdrehen. Mit dd04 wird die Zeit festgelegt, die der „rotor detection current“ fließen muss, bevor die Lage als gültig betrachtet wird. Die notwendige Wartezeit hängt hauptsächlich davon ab, wie lange der Rotor nach Änderung der Lage schwingt.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3602	dd02	rotor detection current	Einziehstrom in % des Motornennstrom
0x3603	dd03	cw current ramping time	Zeit für den Stromaufbau in ms
0x3604	dd04	cvv waiting time	Zeit, die der Ausrichtstrom ansteht (= Ausrichtzeit des Motors + Abklingdauer der durch das Ausrichten entstandenen Schwingung)

Möglicher Fehler:

dr57	ident error info	0x2239
Wert	Bemerkung	Bedeutung
122	rot. det curr.	Strom konnte nicht eingeprägt werden

5.2.3.5.3 constant voltage vector

Dieses Verfahren ist eine Erweiterung des vorherigen Modes, der nur bei Betrieb mit Geber angewendet werden kann.

dd02 bis dd04 haben die gleiche Funktion wie oben beschrieben.

Um die Zählrichtung des Gebersystems zu überprüfen, wird der Spannungsvektor zusätzlich um 60° elektrisch in beide Richtungen verdreht. Der Rotor muss mindestens jeweils eine Verdrehung um 12° über das Gebersystem zurück melden. Ansonsten wird ein Fehler ausgegeben.

Bei hohen Rastmomenten zieht sich der Rotor oft nur mit einem Restfehler in die gewünschte Position. In diesem Modus wird dieser Fehler teilweise herausgerechnet.

Mögliche Fehler:

dr57	ident error info	0x2239
Wert	Bemerkung	Bedeutung
122	rot. det curr.	Strom konnte nicht eingeprägt werden
123	rot. det. pos.	Encoderlage hat sich nicht um mind. 12° (soll 60°) elektrisch in die vorgegebene Richtung verdreht.

5.2.3.5.4 five step

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3602	dd02	rotor detection current	Testsignal-Stromhöhe in % Motornennstrom
0x3607	dd07	rotor det. 1.order level	Fehlerschwelle für Testsignal
0x3608	dd08	rot. det. inf. (1.order)	Informationsgehalt des Testsignals

Das „five step“ Verfahren nutzt die Sättigung des Motors aus.

Innerhalb weniger ms werden fünf verschiedene Spannungsvektoren auf den Motor gegeben. Die zu erreichende Stromhöhe kann über Parameter dd02 vorgeben werden.
Anhand der Stromanstiegszeiten, kann auf die Lage des Rotors geschlossen werden.

Es ist nicht möglich anhand der Motordaten (Ld,Lq) im Vorfeld zu berechnen, ob das Verfahren für den Motor angewendet werden kann.
dd08 zeigt die Qualität des Informationsgehaltes an.
In dd07 kann der Level eingestellt werden, unter dem ein Fehler ausgelöst wird, wenn der Informationsgehalt nicht ausreichend ist (Default: Informationsgehalt muss mindestens 20% sein).

Der Informationsgehalt kann bei verschiedenen Rotorlagen unterschiedlich sein. Bei der Inbetriebnahme sollten daher mehrere verschiedene elektrische Positionen ausprobiert werden.
Abhängig von der Anwendung kann auch ein Informationsgehalt von 10% ausreichend sein.

5.2.3.5.5 hf detection

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3602	dd02	rotor detection current	Stromhöhe des 2. Testsignals in % Motornennstrom
0x3607	dd07	rotor det. 1.order level	Fehlerschwelle für zweites Testsignal
0x3608	dd08	rot. det. inf. (1.order)	Informationsgehalt des zweiten Testsignals
0x3609	dd09	rotor det. 2.order level	Fehlerschwelle für erstes Testsignal
0x360A	dd10	rot. det. inf. (2.order)	Informationsgehalt des ersten Testsignals
0x3616	dd22	hf inj. frequency	Frequenz des ersten Testsignals
0x3617	dd23	hf inj. optimization factor	Härte der Einstellung des Testsignal-Reglers
0x3618	dd24	hf inject. ampl factor	Aus den Motordaten wird eine Spannungsamplitude berechnet, die einen Strom von 10% des Nennstromes ergeben soll. Über diesen Faktor kann die automatisch berechnete Amplitude verändert werden.

Das „hf detection“ Verfahren besteht aus 2 Identifikationsschritten.

Im ersten Testschritt wird zur Rotorlageerkennung der Unterschied zwischen Ld und Lq genutzt.

Die Frequenz des Testsignals wird mit dd22 festgelegt.

dd10 zeigt den Informationsgehalt des ersten Testsignals an.
In dd09 wird der Level eingestellt, unter dem ein Fehler ausgelöst wird, wenn der Informationsgehalt nicht ausreicht.

Bei 4kHz Schaltfrequenz (is11) kann maximal 500Hz in dd22 ausgewählt werden.
Diese Frequenz ist in vielen Fällen auch ausreichend und minimiert die Geräuschentwicklung im Motor.

Anschließend wird mit einem zweiten Testsignal (dem „five step“ Signal, siehe voriges Kapitel) die Polarität der Systemlage ermittelt.

In dd07 kann der Level für den Informationsgehalt des 2. Testsignals eingestellt werden, unter dem ein Fehler ausgelöst wird.
Da hier nur die Polarität erfasst werden muss, kann dd07 kleiner gewählt werden als im eigentlichen „five step“ Verfahren (z.B.: 3%).

Bei der Inbetriebnahme sollten für die Zuverlässigkeit der Rotorlageerfassung mehrere verschiedene elektrische Positionen ausprobiert werden.

ACHTUNG	
	Ein Betrieb mit Sinusfilter ist parallel zu dieser Funktion nicht möglich.

5.2.3.5.6 Beispiel

Beispiel für das einmalige Einmessen des Systemoffsets bei einem Gebersystem mit Absolutlageinformation

Ablauf	Beschreibung
1	der Motor muss sich frei drehen können
2	dd00 = 1 = constant voltage vektor, no start after prozess, hold rotor current, overwrite ec-group
3	dd02 = 100% (=> Motornennstrom)
4	co00 = 3, dann =7 ,dann =15 vorgeben , die Einmessung startet
5	dr.55 = 14 = ready (s.h. Beschreibung Identifikation), Einmessung beendet
6	nun könnte der Geber mechanisch auf eine vorgegebene Sytemlage eingestellt werden, der Wert in ec23 zeigt weiter den aktuellen Systemoffset an
7	co00 = 0 , abschalten der Modulations, der unter Berücksichtigung von Reibung erfasste Systemoffset wird angezeigt.
8	dd00 = 0 = off

5.2.3.6 Rotorlageerfassung im Betrieb bei SCL (hf injection)

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3615	dd21	hf injection mode	Aus/Ein der HF-Injektion
0x3616	dd22	hf inj. Frequency	Frequenz des Testsignals. Die Schaltfrequenz sollte minimal 4mal größer als die Testsignal-Frequenz sein. Aus Geräuschgründen sind auch andere Testsignal-Frequenzen möglich.
0x3617	dd23	hf inj. optimization factor	Härte des PI-Regler
0x3618	dd24	hf inject. ampl. factor	Aus den Motordaten wird eine Spannungsamplitude berechnet, die einen Strom von 10% des Nennstromes ergeben soll. Über diesen Faktor kann die Amplitude abgesenkt oder erhöht werden
0x3619	dd25	hf inj. speed ctrl. red. factor	Definiert die Reduzierung der Drehzahlregler-Parameter (kp,ki) solange die HF Injektion aktiv ist
0x361A	dd26	hf inj. scan time	Pt1 Filter Zeit Bei dd26 = -1 wird die Filterzeit automatisch berechnet
0x361B	dd27	hf inj. angle precontrol mode	Aus/Ein der Winkelvoreilung unter Last
0x361C	dd28	hf inj. angle prec. factor [°@ In]	Beschreibt um wieviel Grad der Winkel bei $i_q = i_N$ voreilt *(kann über Online-Wizard eingestellt werden)*
0x361D	dd29	hf inj. dev. time	Pt1-Zeit zur Nachführung der hf-Drehzahl
0x361E	dd30	hf inj. diff rho. current res.[°]	Fehlwinkel, bedingt durch die Stromauflösung des eingesetzten Umrichters. Der Wert entspricht dem Fehlwinkel, der durch Rauschen mit der Amplitude von einem Bit hervorgerufen wird. Sollte unter 2° liegen.

Die Funktion HF-Injektion ermöglicht im SCL Betrieb bei kleinen Ausgangsfrequenzen die Erkennung der Rotorlage im laufenden Betrieb.
Hierzu wird eine Spannung mit hoher Frequenz (dd22) aufmoduliert. Um die Rotorlage zu erkennen ist ein Unterschied zwischen der Induktivität in der q- und d-Achse (Lq > Ld) des Motors notwendig.

Die Höhe der Differenz ist von der Konstruktion des Motors abhängig.
Wichtig: unter Belastung darf der Informationsgehalt nicht verloren gehen (z.B. durch Sättigung).

Der Drehzahlbereich, in dem die Funktion aktiv ist, wird durch die Parameter ds36/ds37 (min/max speed for stab current) festgelegt. Oberhalb dieses Bereiches wird das HF-Signal abgeschaltet und Systemlage und Drehzahl werden vom Motormodell geschätzt. Die vom HF-Regler geschätzte Drehzahl ist üblicherweise sehr verrauscht und muss deshalb durch ein PT1 Glied zusätzlich gefiltert werden (dd29).

Bei ausgeprägten IPM Eigenschaften des Motors (Lq>>Ld) ist es sinnvoll, den Stabilisierungstrom und den Stabilisierungstherm (ds30) abzuschalten.

Mit Aktivierung der HF-Injektion wird die Ständerwiderstandsadaption intern deaktiviert.

Ein Betrieb mit Sinusfilter ist parallel zu dieser Funktion nicht möglich.

5.2.3.7 Schnell-Inbetriebnahme eines Synchronmotors

Die Inbetriebnahme sollte immer mit co01 modes of operation = 2: velocity mode erfolgen, auch wenn später eine andere Betriebsart verwendet werden soll.

1. ***Antrieb darf nicht im Betrieb sein***
   co00 controlword = 0 oder hardwaremäßige Modulationssperre

2. ***Default-Daten laden***
   mit co08 = 2 und anschließend co09 = 1 werden automatisch Default-Daten in alle Parameter geladen

3. ***Betriebsart auswählen***
   in cs00 Bit 0..3 wird die Betriebsart ausgewählt (0 = U/f-Kennlinien-Betrieb / 1 = mit Encoder, ohne Modell / 2 = mit Encoder, mit Modell / 3 = ohne Encoder, mit Modell = SCL)

4. ***Motordaten vorgeben***

   mit der Eingabe der ersten Motordaten wechsel der Status von dr02 auf 0: fill motordata

   für geregelten Betrieb mit oder ohne Geber sind folgende Daten notwendig:

   - dr03 rated current => für die elektronische Motorschutz-Funktion
   - dr04 rated speed / dr06 rated frequency => Polpaarzahl
   - dr04 rated speed / dr05 rated voltage => Typenpunkt (Spannung für Nenndrehzahl)
   - dr33 motor temp sensor type => Auswahl Motorsensor (PTC oder KTY)
   - dr09 rated torque => Momenten-Bezugswert
   - dr32 inertia motor (kg*cm^2) => zur automatischen Parametrierung des Drehzahlreglers (zusammen mit cs17 inertia load)
   - dr14, dr15, dr16, dr17 => Ersatzschaltbilddaten

   Für die Parametrierung der Ersatzschaltbilddaten gibt es 2 Möglichkeiten:

   - die Ersatzschaltbildaten werden aus einem Datenblatt entnommen.
   - die Ersatzschaltbildaten werden durch die vollständige Identifikation vom Umrichter automatisch ermittelt (dr54 = 1)

   Um die Identifikation verwenden zu können, muss in cs00 control mode eine Betriebsart mit Motormodell ausgewählt sein (cs00 Bit 0..3 = 2 oder 3), sonst wird die Eingabe von dr54 abgelehnt.

   Die Ermittlung der Widerstände und der Induktivität erfolgt im Stillstand (leichte Drehung des Motors durch Testsignale möglich), für die Ermittlung von dr14 SM EMF muss der Antrieb im Leerlauf oder mit nur kleiner Last drehen können.

   Die Drehzahl wird durch dr44 in %Nenndrehzahl festgelegt.
   Falls die Applikation eine andere (kleinere) Drehzahl erfordert, muss der Wert verändert werden.
   Die Drehrichtung ist Rechtlauf.

   Mit dr99 = 0 werden die Motordaten und die Parmetrierung der Identifikation übernommen.
   In dr02 muss der Wert 2: motordata stored erscheinen.

5. ***Encoder parametrieren***

wurde eine Betriebsart mit Encoder ausgewählt, müssen die Geberparameter in der ec-Gruppe eingestellt werden (Gebertyp, Glättung, usw.)
Nähere Informationen zur Geberparametrierung finden sich im Kapitel 5.1 Interface zum Geber.
Am Ende einer erfolreichen Parametrierung muss der Wert von ec00 status encoder interface = 9: position value ok sein

6. ***Systemlage-Identifikation vorbereiten***

Für den Betrieb eines Synchronmotors ist die Kenntnis der Systemlage (auch als System-offset bezeichnet) zwingend notwendig.

Folgende Fälle müssen unterschieden werden:

Betrieb mit Geber => Systemlage-Einmessung wird durch dd00 kontrolliert
Betrieb ohne Geber **(SCL) =>** Systemlage-Einmessung wird durch dd01 kontrolliert

Für den SCL Betrieb steht dd01 nach dem Default-Laden (Punkt 2) schon auf dem richtigem Wert.
Für den Betrieb mit Geber muss dd00 auf den Wert 1gesetzt werden, damit während der Identifikation der Systemlageabgleich durchgeführt wird.

7. ***Identifizieren***

Um Identifizieren zu können, muss der Antrieb betriebsbereit sein:

- der Zwischenkreis muss geladen sein
- ru01 exception state muss gleich 0: no exception sein
  (falls eine Fehlermeldung anliegt, muss die Ursache behoben und mit co00 = 128 ein Reset durchgeführt werden)
- falls der Antrieb Safety-Funktionalität hat, müssen die entsprechenden Eingänge gesetzt sein
- die Rampen (co48 .. co60) müssen so parametriert sein, dass keine übermäßigen Beschleunigungskräfte entstehen
- Wenn das Trägheitsmoment in dr32 und cs17 schon korrekt parametriert wurde, hat sich der Drehzahlregler schon automatisch eingestellt.
  Sonst muss das Trägheitsmoment größenordnungsmäßig vorgegeben und die automatische Anpassung durch Schreiben auf cs99 durchgeführt werden.
  Alternativ kann cs99 auf 19:off gestellt und der Drehzahlregler manuell adaptiert werden.
- die Momenten- und Stromgrenzen stehen Default auf 100%.
- mit co00 = 3 und anschließend co00 = 11 wird die Modulation freigeben (in der Defaulteinstellung) und der Antrieb startet die Identifikation.
  In dr55 ident state kann der Fotrtschritt der Identifikation verfolgt werden.
  Manche Schritte könne bis zu einigen Minuten dauern.

Der Endzustand sollte dr55 = 14: ready sein.Falls die Identifikation in 12: error endet,kann in dr57 ident error info die Art des Fehlers festgestellt werden (siehe Beschreibung von dr57 im Kapitel 5.2.17 Identifikation)

- die Modulation wieder sperren (co00 = 0)
- mit dr54 = 0 und dd00 = 0 die Identifikationen (der Ersatzschaltbilddaten und der Systemlage) deaktivieren.
  Wird ein Geber ohne Absolutlage verwendet ist die Einstellung von dd00 abweichend (siehe Kapitel 5.2.3.5 Systemoffset)
  Mit dr99 = 0 die identifizierten Daten übernehmen und die Regler parametrieren.

8. *Applikationsspezifische Daten*

die folgenden Punkte sind nicht vollständig, aber diese Werte müssen zumindest überprüft werden,Basis ist Betriebsart velocity mode.

Drehzahlgrenzen

in den vl Parametern können Drehzahlgrenzen für den velocity mode parametriert werden

Momentengrenzen

dr11	max torque	Momentengrenze des Motors
cs12	absolute torque	Momentengrenze der Applikation (gilt für alle Quadranten)
cs13..16		Momentengrenzen für die einzelnen Quadranten
dr13	breakdown torque	Moment zur Definition der drehzahlabhängigen Grenzkennlinie. Dieser Wert muss erhöht werden, wenn die Momentenabsenkung nach der 1/x^2 Kennlinie schon zu früh beginnt

Stromgrenzen

de29	inverter maximum current	nur Anzeige / Maximalstrom für Regelung
dr12	max current	Maximalstrom des Motors
is11	max current	hier kann der Maximalstrom des Umrichters verringert werden (z.B. wenn bei Motoren mit großem Stromripple die Grenze für die Regelung gesenkt werden soll, um Überstromfehler zu vermeiden)

Rampen

co48 .. co51	Werte für Beschleunigung / Verzögerung
co52..co59	Werte für den Ruck in verschiedenen Rampenphasen
co60	generelle Parametrierung des Rampengenerators

Schutzfunktionen

in den pn Parametern können die verschiedenen Warninglevel festgelegt werden. Außerdem können Schutzfunktionen aktiviert / deaktiviert werden (z.B. Geschwindigkeitsüberwachung, Motortemperatursensor, usw.)
Auch die Schnellhaltrampe wird hier parametriert. Wann die Schnellhaltrampe aktiv wird (nur bei Fehler oder auch shut down und disable operation) wird in co32 state machine properties festgelegt.

Regler

die Anpassung der Stromregler erfolgt automatisch. Zur Anpassung an spezielle Motore oder Applikationen kann aber auch hier die Reglerverstärkung mit ds14 current cntrl factor angepasst werden. Der Wert wird nur aktiv, wenn danach noch einmal dr99 = 0 geschrieben wird.
Der Drehzahlregler kann manuell oder über cs99 optimisation factor optimert werden.
Bei Verwendung des optimisation factors passt sich die Einstellung des Reglers automatisch an veränderte Drehzhalglättungszeiten an.
Obwohl längere Glättungszeiten bei konstantem cs99 eine schwächere Reglereinstellung zur Folge haben, kann eine längere Drehzahlglättung durch die bessere Hochfrequenzunterdrückung einen kleineren Wert für cs99 und damit eine dynamischere Regelung ermöglichen.

Soll der Feldschwächbereich genutzt werden, muss evtl. der Maximalspannungsregler an die Dynamik der Applikation angepasst werden (siehe Kapitel 5.2.9.3.2 Maximalspannungsregler)

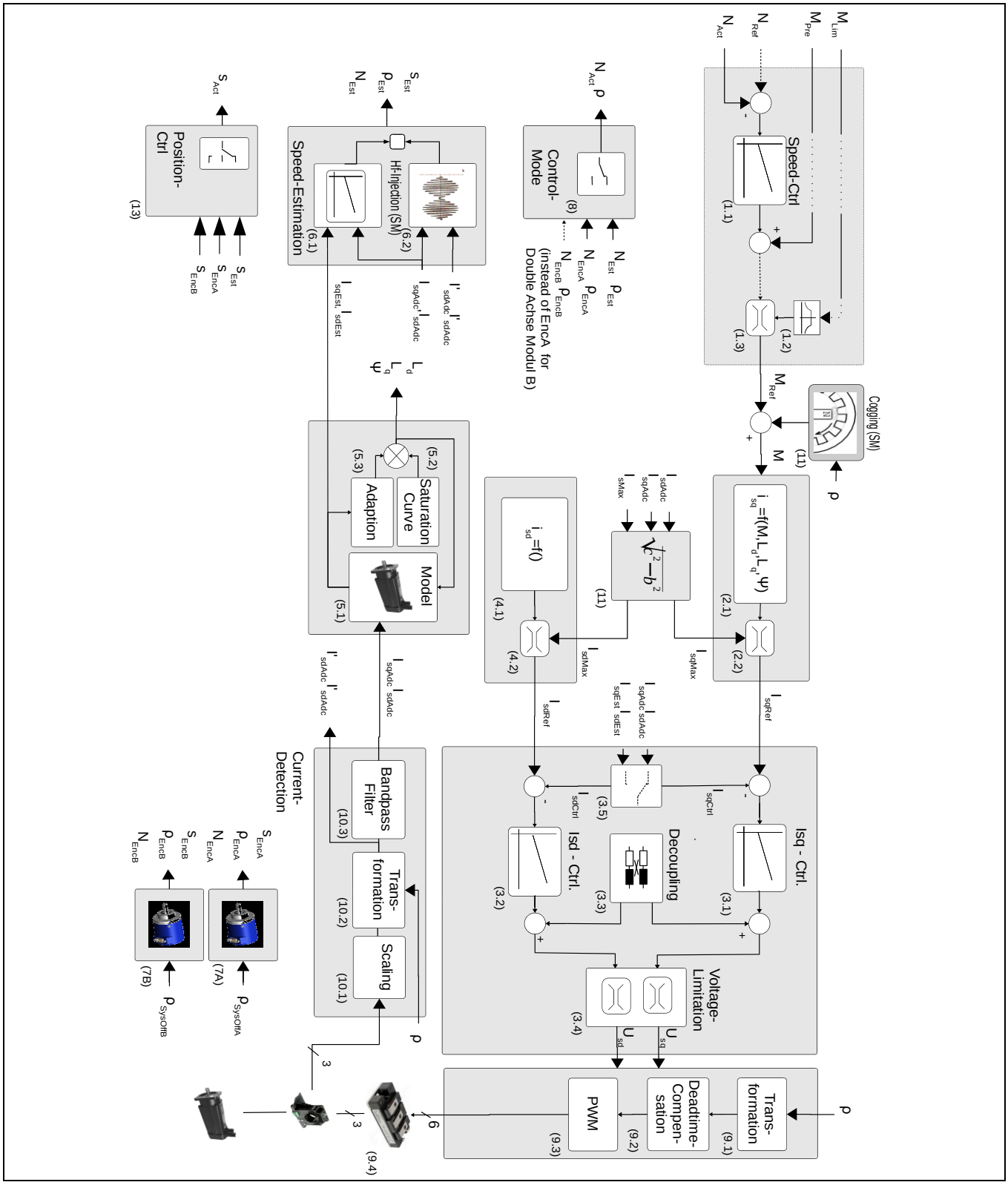
Totzeitkompensation

Für Betriebsarten mit Motormodell sollte die Totzeitkompensation eingeschaltet werden.
Ist für den Antrieb + Motor die vollständige Identifikation durchgeführt worden, ist is07 dead-time comp mode = 2: ident der beste Wert.

Schaltbedingungen

Die Verwaltung der Ausgänge (Festlegung von Schaltbedingungen, Zuordnung, Filterung, usw.) geschieht in den do-Parametern

5.2.4 Strukturübersicht



1	**Bildung des Referenzmomentes**
1.1	Drehzahlregler (Kapitel 5.3) Der PI-Drehzahlregler stellt das Moment, um die Drehzahldifferenz zwischen Soll- und Istdrehzahl auszugleichen. • Variabler Proportionalfaktor (cs03, cs04) (Kapitel 5.3.2) • Variabler Integralfaktor (Kapitel 5.3.3) • Ermittlung des Massenträgheitsmomentes (Kapitel 5.3.5) • Drehzahlregler PT1 Ausgangsfilter (Kapitel 5.3.6) • Momenten-Vorsteuerung (Kapitel 5.3.7)
1.2	In der Feldschwächung verringert sich das maximal mögliche Moment. Um den Antrieb nicht in die Spannnungsgrenze zu treiben, ist eine Begrenzung des Sollmomentes erforderlich. • Grenzkennlinie (Kapitel 5.2.9.4)
1.3	Berechnung der max. Momentengrenze unter Berücksichtigung der maximal Ströme und der detektierten Motordaten(Ld,Lq,Ψ) • Adaption (Kapitel 5.2.11) • Grenzkennlinie (Kapitel 5.2.9.4) • Maximalstrom (Kapitel 5.2.8) • applikationsabhängige Momentengrenzen (Kapitel 5.4)

2	**Bildung des Referenzwirkstrom aus dem Moment**
2.1	Mit adaptierten bzw. aus der Sättigungskennlinie detektierten Motordaten (Ld,Lq,Ψ) $isq = {M}/{3 \cdot ppz \cdot \Psi + isd \cdot (Lsd - Lsq)}$ • Adaption (Kapitel 5.2.11) • Sättigungskennlinie (SM) (Kapitel 5.2.12)
2.2	Begrenzung auf den max. Wirkstrom • Maximalstrom (Kapitel 5.2.8)

3	**Umformen der Sollströme in eine Ausgangsspannung**
3.1 3.2	Pi-Stromregler im d/q System • Stromregelung (Kapitel 5.2.6)
3.3	Vorsteuerung der Stromregler • Stromregelung (Kapitel 5.2.6)
3.4	Spannungslimitierung • Maximalspannung (Kapitel 5.2.9.3)
3.5	Istwerte Stromregler • Mess- / Modellströme (Kapitel 5.2.7)

4	Bildung des Referenzblindstromes
4.1	• Maximalspannung (Kapitel 5.2.9.3) • Synchronmotor mit Reluktanzmoment (Kapitel 5.2.5.2.3) • Stabilisierungs- / Stillstandsstrom (nur SCL) (Kapitel 5.2.15.3) • Sinusfilter und Kondensatorstromkompensation (Kapitel 5.2.21 Sinusfilter)
4.2	Begrenzung auf den max. Blindstrom • Maximalstrom (Kapitel 5.2.8)

5	Adaption und Sättigungskurve der Motorersatzschaltbilddaten
5.1	Motormodel • Rotorlageerfassung im Betrieb bei SCL (hf injection) (Kapitel 5.2.3.6) • Model Control (ASM und SM) (Kapitel 5.2.15) • Stabilisierungs- / Stillstandsstrom (nur SCL) (Kapitel 5.2.15.3) • Adaption(Kapitel 5.2.11)
5.2	Sättigungskennlinie • Sättigungskennlinie (SM) (Kapitel 5.2.12)
5.3	Adaption (nur mit Motormodel) • Adaption (Kapitel 5.2.11) • Controlmodus (mit Geber / Geberlos) (Kapitel 5.2.14)

6	Motormodel mit Schätzung der Rotorlage (nur für SM)
6.1	Drehzahlschätzung • Model Control (ASM und SM) (Kapitel 5.2.15) • Stabilisierungs- / Stillstandsstrom (nur SCL) (Kapitel 5.2.15.3)
6.2	Rotorlageerfassung (SM) • Rotorlageerfassung im Betrieb bei SCL (hf injection) (Kapitel 5.2.3.6) • Systemoffset (Kapitel 5.2.3.5)

7	Geberauswertung
	• Parametrierung des Gebersystems (Kapitel Interface zum Geber 5.1) • Systemoffset (Kapitel 5.2.3.5)

8	Controlmodus
	• Controlmodus (mit Geber / Geberlos) (Kapitel 5.2.14)

9	**Umformung der Spannungen im d/q System in Ansteuerungsimpulse für die Leistungs-halbleiter (IGBT's)**
9.1	Transformation der Spannung vom d/q → a/b → uvw mit dem Winkel (ρ)
9.2	Totzeitkompensation anhand der Phasenströme • Totzeitkompensation (Kapitel 5.2.18)
9.3	Pulsweiten Modulation (PWM) mit der eingestellten Schaltfrequenz • • Schaltfrequenz (Kapitel 0)
9.4	Treiberansteuerung der IGBT'S

10	**Stromerfassung**
10.1	Phasenstromerfasssung • Stromoffset-Abgleich (Kapitel 11.2)
10.2	Transformation der Phasenströme mit dem Winkel (ρ) uvw → ab → d/q System
10.3	• Bandpassfilter (siehe Sinusfilter Kapitel 5.2.21) • Sinusfilter (Kapitel 5.2.21) • hf detection (Kapitel 5.2.3.5.5) • Rotorlageerfassung im Betrieb bei SCL (hf injection) (Kapitel 5.2.3.6)

11	**maximale Sollstromvorgabe**
	Maximalstrom (Kapitel 5.2.8)

12	**Cogging (SM)**
	Rastmoment Kompensation (SM) Maximalstrom (Kapitel 5.2.13)

13	**Position control**
	Auswahl der Quelle für die Lageregelung (Lageregler-Quelle Kapitel 5.5.2.2)

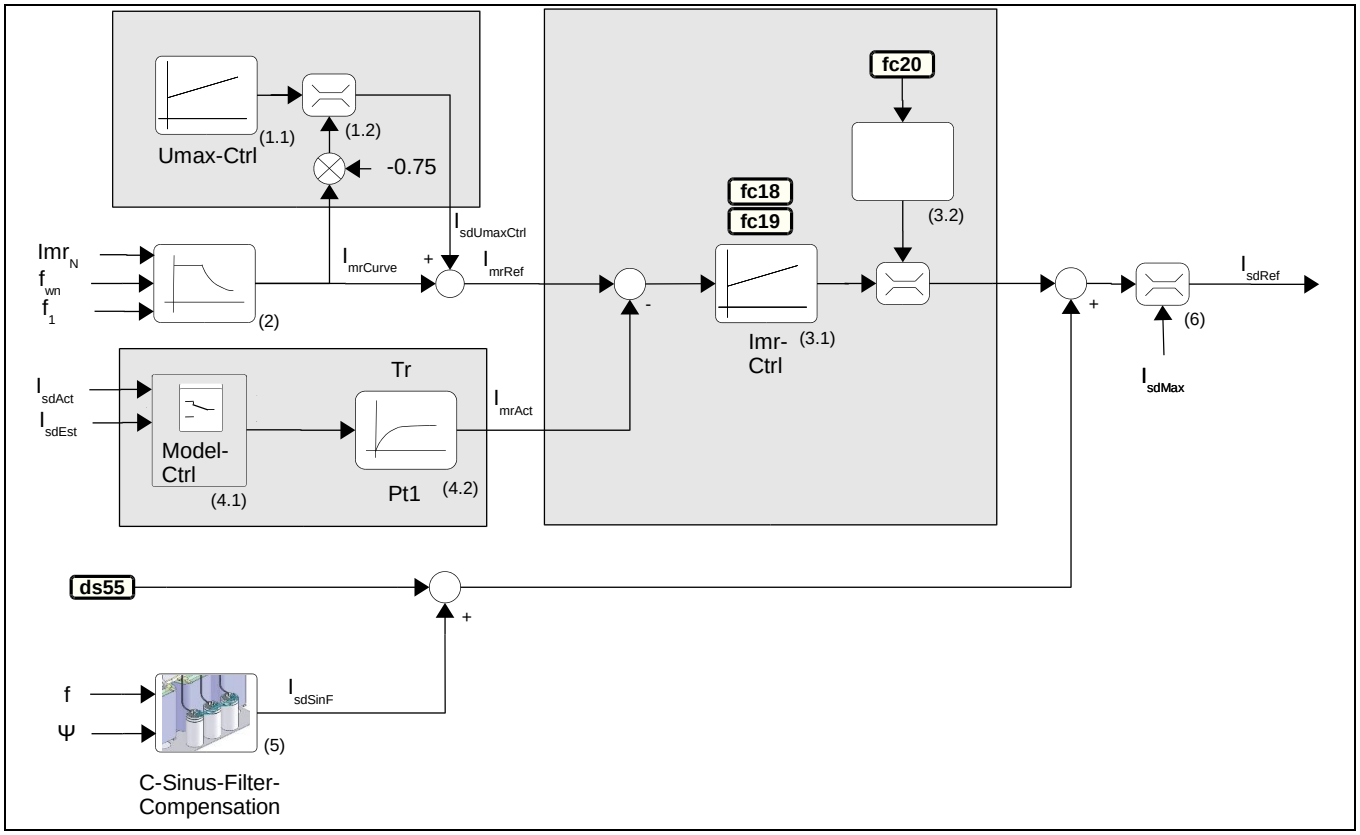
5.2.5 Magnetisierungsstrom

5.2.5.1 Magnetisierungsstrom Asynchronmotor

Der Nennmagnetisierungstrom eines Asynchronmotors kann über den cos(phi) und den Bemessungsstrom berechnet oder direkt über Parameter dr08 vorgeben werden.
Bei der automatischen Berechnung aus dem cos(phi) erhält man bei großen Motoren (>30kW), häufig einen zu großen Magnetisierungsstrom.
Der zu große Strom bewirkt zusätzliche Ständerverluste und lässt den Antrieb bei höheren Drehzahlen eher in die Spannungsgrenze stoßen.
Da der erhöhte Fluss über den Maximalspannungsregler erst wieder abgebaut werden muss, wirkt sich dies im dynamischen Betrieb negativ aus.
Ein automatisches Einmessen des „optimalen“ Stromes ist noch nicht integriert.
Die aktuelle Berechnung beruht auf der Richtigkeit der Typenschilddaten, insbesondere des Nennstroms.

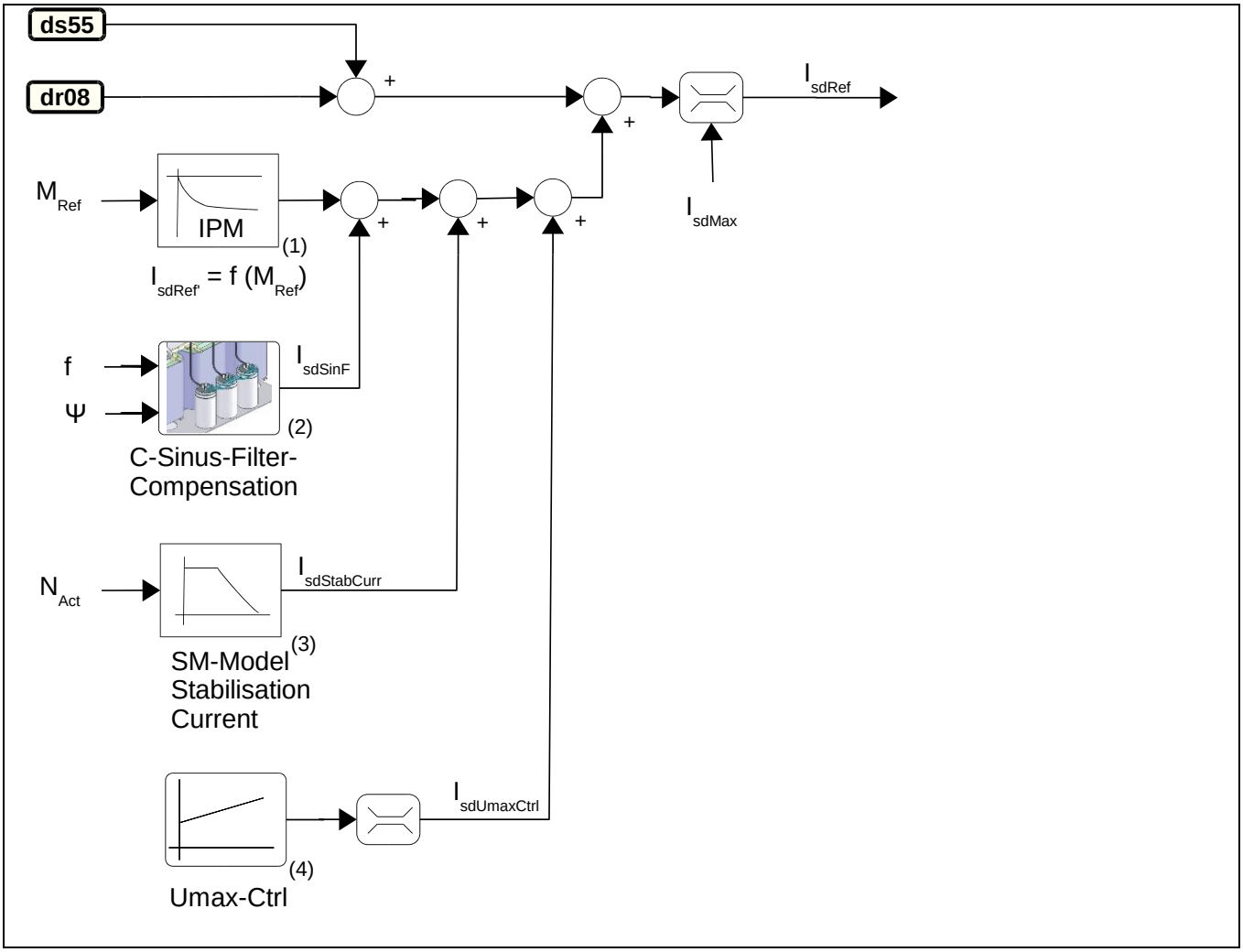
dr08	magnetizing current %	0X2208
Wert	Bedeutung	
off	Strom wird automatisch berechnet	
0,1 .. 100%	Magnetisierungsstrom in % des Motornennstroms	

5.2.5.1.1 Bildung des Magnetisierungsstroms (Überblick)



5.2.5.2 d-Stromkomponente Synchronmotor

5.2.5.2.1 Bildung der d-Komponente (Überblick)



5.2.5.2.2 Standard-Synchronmotor

Bei einem Synchronmotor kann in 2 identisch wirkenden Objekten ein Magnetisierungsstrom vorgegeben werden: dr08 (nur positive Werte) und ds55.
Die Vorgaben werden addiert.

dr08	magnetizing current %	0x2208
Wert	Bedeutung	
off	Strom wird automatisch berechnet	
0,1 .. 100,0%	Magnetisierungsstrom in % des Motornennstroms	

ds55	Isd offset	0x2437
Wert	Bedeutung	
-800,0% .. 800,0%	Magnetisierungsstrom in % des Motornennstroms	

Ein positiver Magnetisierungsstrom hat bei Synchronmotoren für den Momenten-Aufbau keinen Einfluss, wenn die Induktivität der d- und der q-Achse gleich ist.
Mögliche Einsatzfälle:

- Erhöhung der Motor-Verluste bei Betrieb ohne Bremswiderstand
- Überprüfung der Systemlage.(Der Motor darf durch die Einprägung des Stromes in der d-Achse kein Moment aufbauen)

Ein negativer Magnetisierungsstrom wird im Feldschwächbereich benötigt.
Dieser Strom wird aber automatisch über den Maximalspannungsregler gestellt (Siehe Kapitel 5.2.9 Feldschwächung)

5.2.5.2.3 Synchronmotor mit Reluktanzmoment

Wenn die Induktivitäten Ld und Lq unterschiedlich sind, kann durch Vorgabe einer d-Strom-Komponente (Magnetisierungsstrom) ein Reluktanzmoment erzeugt werden, dass das durch die Magnete erzeugte Moment verstärkt.
Dieser Effekt ist besonders bei IPM-Motoren ausgeprägt.

- Betrieb **mit** Geberrückführung:

Für optimalen Betrieb (möglichst kleiner Motorstrom) muss der Id-Strom abhängig vom aktuellen Sollmoment des Drehzahlreglers vorgegeben werden.
Damit können Verluste und evtl. Umrichtergröße reduziert werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2438	ds56	Isd ref. array(Id=f(M))	ARRAY (16 Byte, unsigned)
0x2439	ds57	Isd ref. max. torque %	Momentenbereich für Isd ref array [%/Mn]
0x243A	ds58	Isd ref. max. curr. %	Bezugswert für Isd ref. array (ds56) (vorzeichenbehaftet) in % Motornennstrom

In ds56..ds58 wird die Abhängigkeit des Stromes Id vom Sollmoment definiert.
Unter Subindex 1 .. 16 sind die Id Werte für die Sollmomente abgelegt, die sich wie folgt berechnen:

Sollmoment bei Subindex i : (i-1) / 15 * ds57	Strom Id bei Subindex i : Wert ds56 (bei Idx i) / 255 * ds58

Die Berechnung der Tabellenwerte wird in den Inbetriebnahme-Wizzard unter Combivis6 integriert.

- Betrieb **ohne** Geberrückführung:

Beim Betreib ohne Geberückführung (SCL), hat die Tabelle keinen Einfluss. Der optimale Scheinstrom wird automatisch gestellt.

5.2.6 Stromregelung

	Diese Beschreibung gilt nicht für den U/f Kennlinien - Betrieb!

Die Stromregler (ds00…ds03) werden durch Schreiben auf dr99=0 anhand der Ersatzschaltbilddaten automatisch vorgeladen.

Somit muss sichergestellt sein, dass die Ersatzschaltbilddaten für den angeschlossenen Motor korrekt sind (z.B. durch Identifikation).

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2400	ds00	KP current q-axis (A/V)	Stromreglerverstärkung, wirkt auf Proportional- und Integralanteil
0x2432	ds02	KP current d-axis (A/V)	
0x2401	ds01	Tn current q-axis	Stromregler-Nachstellzeit, beeinflusst den Integralanteil (Ki = Kp / Tn)
0x2403	ds03	Tn current d-axis	

Werden die Stromregler manuell angepasst, muss dr99 motordata control auf 1: „store motordata, no reg“ gestellt werden, da sonst die Regler bei jedem Einschalten des Umrichters (Netz-Ein) wieder auf die automatisch berechneten Werte gesetzt werden.

Bei einigen Motoren ändert sich die Induktivität z.B. durch Sättigung. Mit der Standard-Stromreglereinstellung kann dann bei einem Stromsollwertsprung ein Überschwinger entstehen, der einen Überstromfehler auslöst.

Auch bei sehr dynamischen Änderungen, hohem Stromripple oder anderen speziellen Applikationen kann der Stromregler nach der Standardauslegung zu hart sein.

Mit ds14 current control factor kann daher die gesamte Stromregler-Verstärkung (Kp und Ki beider Regler) reduziert bzw. erhöht werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x240E	ds14	current ctrl. factor	prozentualer Faktor für die Stromreglerverstärkung

ds14	current ctr.l factor	0x240E
Wert	Bedeutung	
0,1 .. 800,0%	konstanter Faktor für proportionale und integrale Verstärkung beider Stromregler	

Die Einstellung von ds14 wird erst wirksam, wenn eine Neuberechnung der Stromregler über dr99 = 0 angestossen worden ist oder nach Wieder-Einschalten des Umrichters, wenn dr99 auf „0: store motordata,init reg“ steht.

Außerdem kann bei Synchronmotoren der Stromregler sättigungsabhängig angepasst werden.

Bei Motoren, die weit in die Sättigung gefahren werden, ändert sich außer der EMK oft auch die Induktivität. Damit ist der Stromregler für die Sättigung zu hart parametriert.
Mit diesen Funktionen im Parameter ds04 current mode kann eine automatische Anpassung der Stromregler-Verstärkung erreicht werden.

ds04	current mode			0x2404
Bit	Funktion	Wert	Funktion	Bemerkungen (nur für Synchronmotore)
9-10	sat. Lsq on isq ctrl.	0	off	keine sättigungsabhängige Stromregler-Anpassung
		512	kp,ki	Proportional- und Integralverstärkung des Iq-Reglers werden angepasst
		1024	kp	nur Proportionalverstärkung des Iq-Reglers wird angepasst
		1536	reserved	
12-13	sat. Lsd on isd ctrl.	0	off	keine sättigungsabhängige Stromregler-Anpassung
		4096	kp,ki	Proportional- und Integralverstärkung des Iq-Reglers werden angepasst
		8192	kp	nur Proportionalverstärkung des Iq-Reglers wird angepasst
		12288	reserved	

Damit diese Funktion greifen kann, muss die Sättigungskennlinie in den dr und mo Parametern entsprechend parametriert sein (siehe Kapitel 5.2.12 Sättigungskennlinie (SM))

Dieser Parameter stellt sich automatisch in Abhängigkeit des Motortyps ein.

Nur in ganz speziellen Anwendungen kann es sinnvoll sein, diesen Wert zu verändern

ds04	current mode			0x2404
Bit	Funktion	Wert	Funktion	Bemerkungen (nur für Synchronmotore)
4-5	priority	0	d-axis (SM)	Stromregler für die D-Achse hat immer Priorität. Grundeinstellung für die SM
		16	reserved	
		32	reserved	
		48	auto select (ASM)	Abhängig vom Betriebspunkt wird die Stromregler-Priorität geändert. Grundeinstellung für die ASM

5.2.7 Mess- / Modellströme

5.2.7.1 Regeln auf Modellströme

Bei Betrieb mit Modell (cs00 Bit 0..3 = 2 oder 3) berechnet ein Motormodell aus den Spannungen und den Motorparametern Modellströme.

Mit Bit 6 von ds04 current mode wird eingestellt, dass der Stromregler statt der gemessenen die geschätzten Modell-Ströme als Reglerrückführung verwendet.

Dies ist sinnvoll z.B. bei HF-Spindeln, wo die Strommessung durch sehr große Stromripple des Motorstroms verfälscht wird, oder wenn durch Sättigungseinflüsse hochfrequente Oberschwingungen in dem Strom enthalten sind, die den Regler anregen können.

ds04	current mode			0x2404
Bit	Funktion	Wert	Funktion	Bemerkungen
6	current control	0	off	Regeln auf Modellströme
		64	on	

Diese Modellströme werden für den Stromregler über ein Zeitglied ds08 deviation control time an den gemessenen Strom angepasst, so dass ein langfristiges Auseinanderlaufen von Mess- und Modellstrom verhindert wird.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2408	ds08	deviation control time	Pt1-Zeit zur Nachführung des Modellstroms

5.2.7.2 Beobachter

Mit Bit 7 von ds04 current mode kann ein Beobachter (observer) aktiviert werden. Dieser kann bei hohen Ausgangsfrequenzen die Modellgenauigkeit verbessern

ds04	current mode			0x2404
Bit	Funktion	Wert	Funktion	Bemerkungen
7	observer	0	off	Beobachter für Modellströme an / aus
		128	on	

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2407	ds07	observer factor	definiert den Einfluss des Beobachters

5.2.7.3 Softwarefilter

Mit Bit 11 von ds04 current mode kann eine Mittelwertbildung über 2 Messwerte zur Störunterdrückung aktiviert werden. Diese Funktion kann vor allem bei einem Einzelachsmodul bei 4 kHz Schaltfrequenz sinnvoll sein, wenn der Motor aufgrund seiner geringen Induktiviät einen hohen Stromripple hat.

ds04	current mode			0x2404
Bit	Funktion	Wert	Funktion	Bemerkungen
11	current sw. filter	0	off	Mittelwertbildung über 2 Messwerte an / aus
		2048	on	

Bei Schaltfrequenzen größer als 4 kHz wird der Softwarefilter intern immer aktiviert. ds04 Bit 11 hat nur bei kleineren Schaltfrequenzen Einfluss.

5.2.7.4 Entkopplung

Die Entkopplung ist für wichtig für dynamisches Verhalten der Stromregelung bei schnellen Drehzahl- oder Stromänderungen.

Damit sie gute Ergebnisse liefert muss sichergestellt sein, dass die Ersatzschaltbilddaten für den angeschlossenen Motor korrekt sind (z.B. durch Identifikation).

Normalerweise kann in ds04 current mode immer mit dem Default-Wert „1: Entkopplung an“ gearbeitet werden

ds04	**current mode**			**0x2404**
Bit	Funktion	Wert	Funktion	Bemerkungen
0…2	current decoupling	0	off	Entkopplung aus
		1	on	Entkopplung an
		2	only q-axis	nur für Spezialapplikationen
		3	only d-axis	
		4	only decoup (d and q)	nur Stromentkopplung, keine drehzahlabhängige Vorsteuerung der Spannung
		5	only w1 precontrol	nur drehzahlabhängige Vorsteuerung der Spannung
		6	only Rs precontrol	nur für Spezialapplikationen
		7	decoup and compl precontrol	Entkopplung an zusätzlich wird eine drehzahl- und stromabhängige Momentengrenze berechnet, die als absolute Obergrenze wirksam ist

Eine Hauptkomponente der Entkoppelung ist die drehzahlabhängige Spannungsvorsteuerung.
Gerade bei Betrieb ohne Geber kann die (geschätzte) Drehzahl aber verrauscht sein, so dass die Entkoppelung zu viele Störgrößen sieht.

Für diesen Fall kann die Drehzahl mit ds05 speed decoupling time für die Entkopplung zusätzlich geglättet werden.

Index	**Id-Text**	**Name**	**Funktion**
0x2405	ds05	speed decoupling time	

Der Default-Wert für diese Funktion ist 2 ms. Für hochdynamische Vorgänge, bei denen sich die Drehzahl im ms Bereich ändern muss, kann dieser Wert zu groß sein. Bei diesen Anwendungen empfiehlt es sich die Zeit auf Null zu stellen.

5.2.8 Maximalstrom

Der für den Motor maximal zulässige bzw. mögliche Strom wird durch mehrere Parameter begrenzt

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x201D	de29	inverter maximal current	Maximalstrom des Umrichters bei Nennschaltfrequenz
Angabe in Anleitung		Kurzzeitgrenzstrom bei 0 Hz	Strom, bei dessen Überschreitung Fehler OL2 ausgelöst wird
0x220C	dr12	max current %	zulässiger Maximalstrom in % Motornennstrom
0x350B	is11	max current [de28 %]	zulässiger Maximalstrom in % Umrichternennstrom
0x350E	is14	overload protection mode	Strombegrenzung auf Kurzzeitgrenzstrom

In dr12 max current % wird der für den Motor maximal zulässige Strom eingetragen.
Ein Überschreiten dieses Stromes könnte z.B. einen Synchronmotor entmagnetisieren oder die Motorwicklung überlasten.

In de29 inverter maximal current wird die, durch den Umrichter festgelegte, Stromgrenze angezeigt.
Zusätzlich kann in is11 max current [de28 %] eine umrichterabhängige Stromgrenze vorgegeben werden.

Falls, z.B. aufgrund eines sehr hohen Stromripples, der Sicherheitsabstand zwischen de29 und der Überstrom-Abschaltschwelle zu klein wird, kann der zulässige Maximalstrom mit is11 reduziert werden.

Eine weitere umrichterabhängige Stromgrenze ist durch den Kurzzeitgrenzstrom gegeben. Dieser ist abhängig von der Ausgangsfrequenz- und der Schaltfrequenz.
Der Kurzzeitgrenzstrom bei 0Hz kann aus der Betriebsanleitung entnommen werden.

Bei Nennschaltfrequenz steigt der Kurzzeitgrenzstrom im Bereich von 0 bis 10Hz von dem 0Hz-Wert auf de29 inverter maximal current an.
Zur Vermeidung von OL2 Fehlern steht is14 overload protection mode zur Verfügung. Durch diese Funktion wird der zulässige Strom abhängig von OL2 begrenzt (siehe Kapitel 3.3.3.2 Überlast Leistungshalbleiter (OL2)).

Die oben aufgelisteten Grenzen limitieren den Gesamtstrom. Die d-Strom Komponente hat dabei Priorität, die Wirkstromkomponente wird also durch die Gesamtgrenze und die d-Komponente begrenzt.

Der d-Strom und die Ströme mit denen die Motorparameter identifiziert werden, werden immer, unabhängig von der Einstellung von is14, durch den schaltfrequenzabhängigen Kurzzeitgrenzstrom bei 0Hz begrenzt (siehe Kapitel 3.3.3.2 Überlast Leistungshalbleiter (OL2)).

5.2.9 Feldschwächung

5.2.9.1 Synchronmotor

Bei einem Synchronmotor ist die d-Stromkomponente normalerweise gleich Null.

Als „Feldschwächbereich“ wird der Drehzahlbereich bezeichnet, der nur erreicht werden kann, wenn ein negativer Id gestellt wird.

Dieser negative Magnetisierungsstrom (Id), der der Polradspannung entgegen wirkt, wird vom Maximalspannungsregler vorgegeben.
Damit können mit gleichem Moment (aber höherem Gesamtstrom) höhere Drehzahlen erreicht werden.

Geht der Umrichter auf Störung, wird der Magnetisierungsstrom = 0 A.

Der Motor speist dann die volle Polradspannung in den Umrichter zurück.

$$Polradspannung = \frac{EMC\ Spannungskonstante * Istdrehzahl}{1000\ min^{-1}}$$

Diese Spannung darf nicht höher als die Überspannungsschwelle sein, da sonst der Umrichter beschädigt wird.

$$Maximaldrehzahl = \frac{Max.Spannung\ * 1000\ min^{-1}}{Spannungskonstante(dr14)}$$

Mit pn70 overspeed factor (EMF) wird der Sicherheitsabstand, der zu der Maximaldrehzahl eingehalten werden soll, vorgegeben.
Ein Wert von 90% für pn70 bedeutet, dass der Fehler bei 90% des maximal theoretisch zulässigen Drehzahl-Wertes ausgelöst wird.
In pn72 wird der resultierende Grenzwert angezeigt.

Mit pn71 E. overspeed EMF) st. mode wird die Reaktion auf den Fehler festgelegt.
Da dieser Drehzahlbereich nur erreicht werden sollte, wenn der Motor „durchgeht“ bzw. die Regler schlecht eingestellt sind, ist die sichere Reaktion 0: fault.

Ist die Drehzahlerfassung verzögert (Glättung durch Pt1- und Scan-Zeit) muss diese Verzögerung berücksichtigt und pn70 entsprechend kleiner gewählt werden.

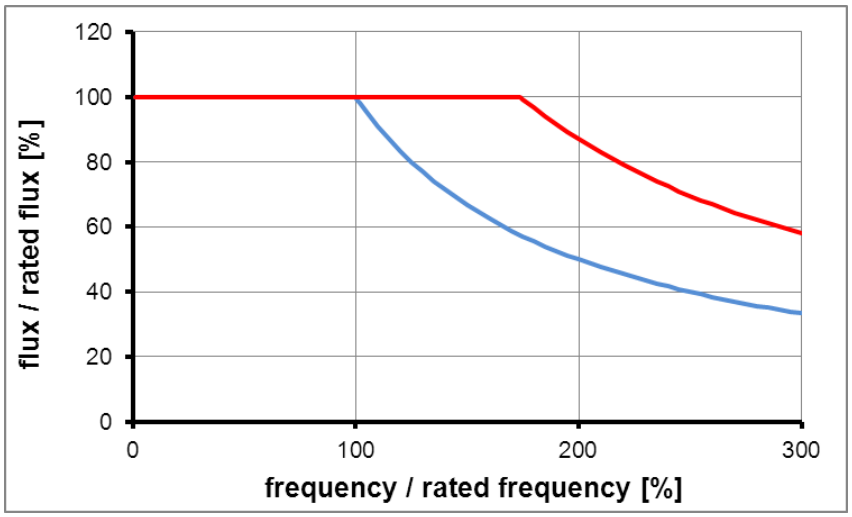
Dem Vorteil der höheren Maximaldrehzahl stehen mehrere Nachteile entgegen:

- ***der Antrieb ist „schwingungsfreudiger“ als im Grunddrehzahlbereich***
- ***nicht alle Motoren sind für Feldschwächbetrieb geeignet, dass heißt, es ist ein sehr hoher Magnetisierungsstrom notwendig, um die Spannung zu reduzieren, und somit höhere Drehzahlen erreichen zu können.***
- ***die Rotorlageinformation muss sehr genau stimmen. Ein Systemlagefehler von wenigen Grad (z.B. durch Störungen oder ungenauen Geberanbau) kann den Antrieb unkontrollierbar machen.***

5.2.9.2 Asynchronmotor

Bei dem Asynchronmotor wird im Feldschwächbereich der Nennfluss nach einer 1/x Kennlinie, in Abhängigkeit von der Ausgangsfrequenz, abgesenkt.

Der Schwächzeitpunkt (n_w) berechnet sich aus den Parametern dr05, dr28, dr25 (siehe Feldschwächung / Grenzkennlinie Kapitel 5.2.9.4).



dr28 Uic reference voltage = 565 V
dr05 rated voltage = 400V
dr25 breakdown speed [%] = 100%

dr28 Uic reference voltage = 565 V
dr05 rated voltage = 230V
dr25 breakdown speed [%] = 100%

5.2.9.3 Maximalspannung

5.2.9.3.1 maximale Ausgangsspannung

Die Ausgangsspannung des Umrichters wird über eine Pulsweitenmodulation der Zwischenkreisspannung erzeugt.

Ein Modulationsgrad von 100% bedeutet, dass die Amplitude der Motorspannung (Phase-Phase-Spannung) gleich der Zwischenkreisspannung ist.

Der Effektivwert der Motorspannung kann auf mehr als 100% erhöht werden, die Ausgangsspannung weicht dann aber von der Sinusform ab.

Daher treten bei einem Modulationsgrad oberhalb von 100% zusätzliche Oberschwingung auf, die ein pendelndes Moment bzw. zusätzliche Verluste im Motor erzeugen.
Ab ca. 103% bewirken die Spannungsverzerrungen oft ein unruhiges Motor- und Regelungsverhalten.

Index	Id-Text	Name	Funktion

0x3704	fc04	max. modulation grade	Einstellung, welcher Modulationsgrad maximal zugelassen werden soll

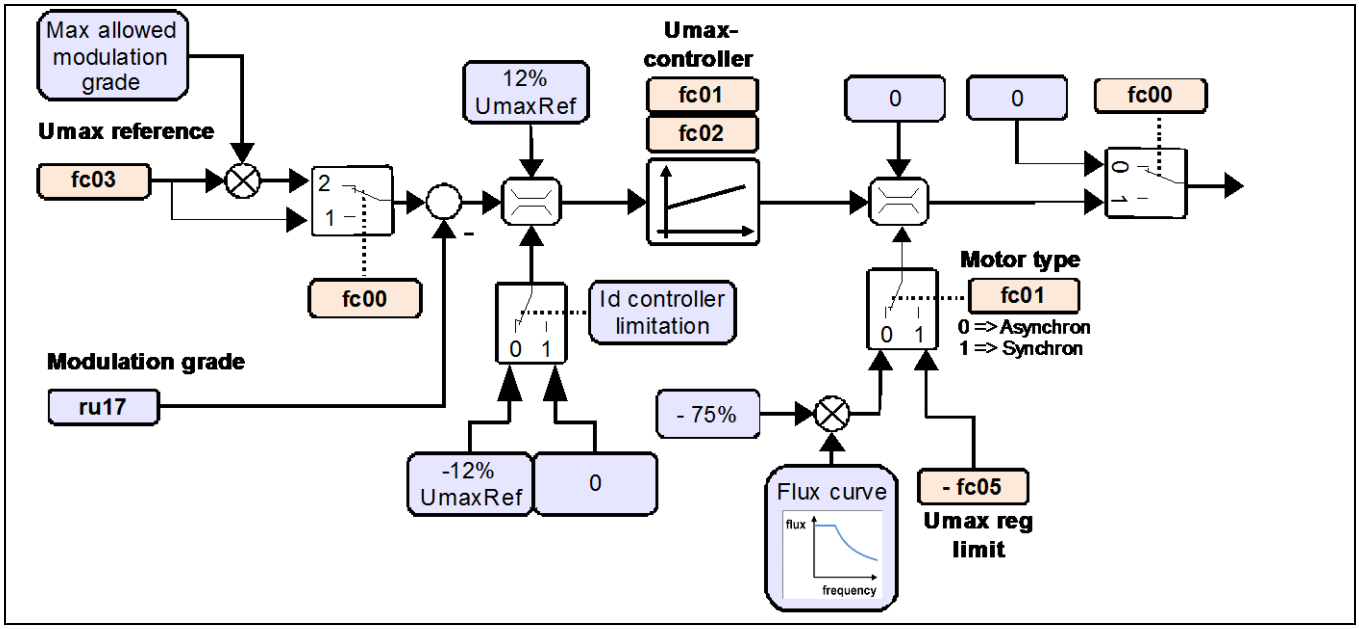
5.2.9.3.2 Maximalspannungsregler

Der Maximalspannungsregler sorgt bei der Asynchronmachine über den Fluss und bei der Synchronmaschine über den Blindstrom (Id) für eine Absenkung der „Gegenspannung“.

Der Regler kann den Fluss nur absenken bzw. das Id auf negative Werte regeln.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3700	fc00	Umax regulation mode	Maximalspannungsregler Aktivierung
0x3701	fc01	KP Umax [%Irated / %U]	Proportionalverstärkung des Reglers bewirkt meist nur Unruhe und sollte in der Regel auf 0 bleiben
0x3702	fc02	Ki Umax [%Irated / %Us]	Integralverstärkung des Reglers
0x3703	fc03	Umax reference	Der Sollwert für den Maximalspannungsregler (fc03) sollte immer mindestens 2% kleiner sein als der maximale Modulationsgrad (fc04). Abhängig von der gewünschten Dynamik können auch größere Abstände notwendig sein.
0x3704	fc04	max. modulation grade	

fc00	Umax regulation mode			0x3700
Bit	Funktion	Wert	Funktion	Bemerkungen
0…3	mode	0	off	Regler aus
		1	on	Regler an / Sollwert = fc03
		2	on. on actual Umax	Regler an Sollwert = fc03 * aktuell zulässige Maximalspannung
		3	reserved	
4	stopping	0	yes, usd ctrl	Wenn der Stromregler in der d-Komponente die Spannungsgrenze erreicht hat, wird der Maximalspannungsregler angehalten. Grundeinstellung für SM
		16	no	Kein Anhalten des Maximalspannugsregler. Grundeinstellung für ASM



Die optimale Integralverstärkung des Maximalspannungsreglers lässt sich nicht aus den Ersatzschaltbilddaten des Motors berechnen.

Aus der gewünschten Dynamik der Applikation heraus, lässt sich aber der mindestens notwendige Wert für fc02 überschlagsweise berechnen.

- **Beispiel:**

Ein negativer Id von 100% Inenn soll in 20ms aufgebaut werden.
Der Sollwert fc03 soll 97% und der Maximalwert fc04 soll 103% betragen.

%Irated	100
%U	= fc04 – fc03 = 6%, wenn sich der Regler in der Grenze befindet
Zeit	20ms = 0,02s
Ki	=100 / 6 / 0,02 = 833 %Inenn / %U / Sekunde => Ki (fc02) muss größer als 833% gewählt werden, da die Spannungsbegrenzung ja vermieden werden soll

5.2.9.3.2.1 Grenzwert bei Synchronmotoren

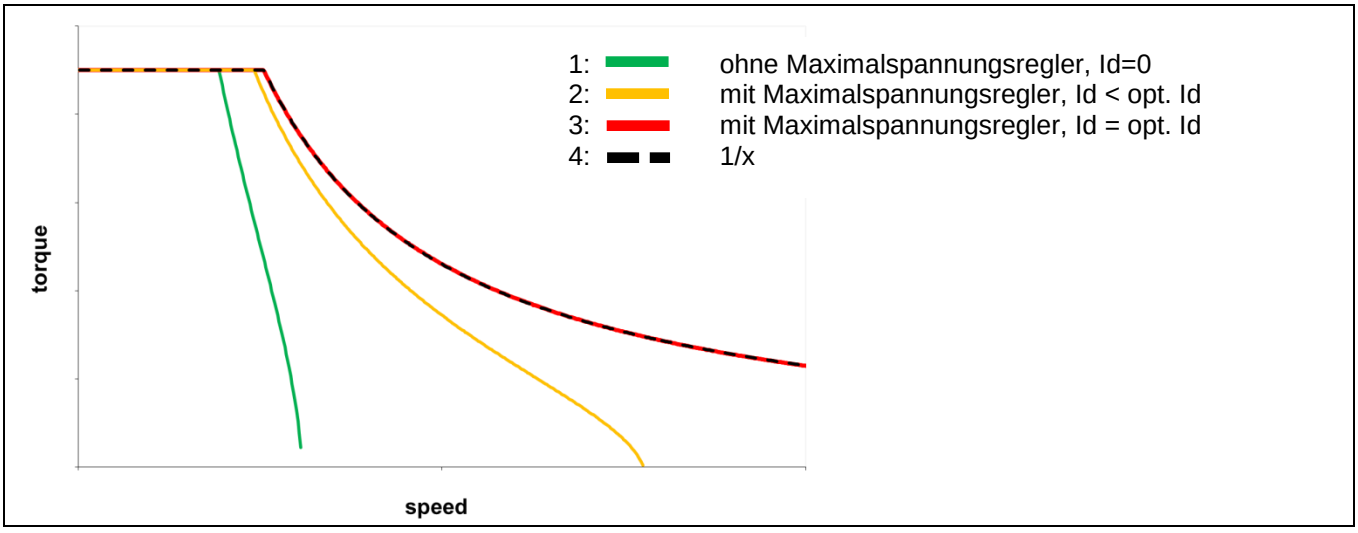
Bei Synchronmotoren wird die negative Grenze für den Maximalspannungsregler mit fc05 festgelegt:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3705	fc05	Umax reg. limit	Ist der maximale Strom, der vom Maximalspannungsregler zur Kompensation der Polradspannung aufgebracht werden darf (% zum Motornennstrom).

Der optimale Wert für die Grenze ist abhängig von den Motordaten und liegt (bei für Feldschwächung konstruierten Motoren) häufig im Bereich von 100%...200% Nennstrom.

Wird die Grenze zu klein gewählt, kann nicht das maximal mögliche Moment erreicht werden. Wird die Grenze zu groß gewählt, kann der Regler in der Grenze festhängen.

Unter Vernachlässigung von Sättigung, Motordatenänderungen usw. kann mit einem Excel-Tool der optimale Strom näherungsweise berechnet werden.



5.2.9.3.2.2 Grenzwert bei Asynchronmotoren

Bei Asynchronmotoren ist die Grenze so gewählt, dass der Sollfluss durch den Regler immer um 75% reduziert werden kann.

5.2.9.4 Grenzkennlinie

5.2.9.4.1 Funktion

Wenn der Motor überlastet wird, d.h. wenn ihm ein Moment abverlangt wird, das jenseits seines Grenzmomentes liegt, laufen die Stromregler in die Spannnungsgrenze.
Außerdem senkt der Maximalspannungsregler den Fluss bzw. das Id zu stark ab und verringert damit das maximal erreichbare Moment.

Daher wird bei höheren Drehzahlen die Grenzkennlinie wirksam.

Das maximal erreichbare Moment reduziert sich näherungsweise bei Asynchronmotoren nach einer $1/x^2$ und bei Synchronmotoren nach einer 1/x Funktion.
Dies wird in ds11 parametriert.

ds11	**torque mode**			**0x240B**
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…1	field weak curve limit	0	1/x	Synchronmotor
		1	$1/x^2$	Asynchronmotor

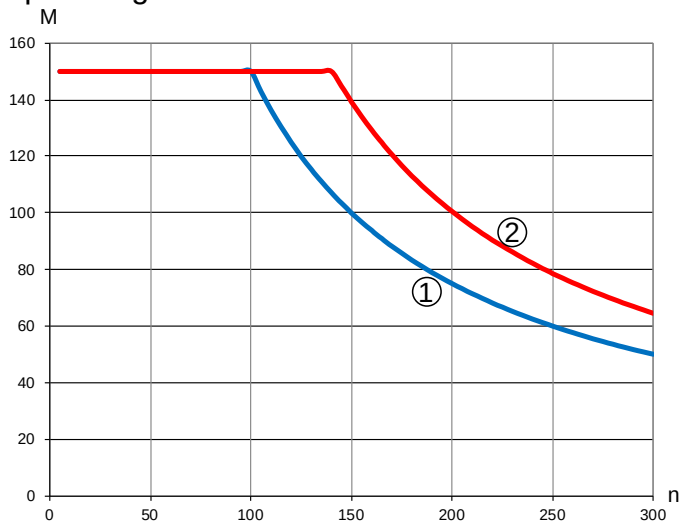
5.2.9.4.2 Zwischenkreisspannungsabhängigkeit

Das maximal erreichbare Moment ist abhängig von der Zwischenkreispannung.
In dr28 wird die Zwischenkreisspannung eingetragen, für die die Grenzkennlinie gelten soll.

Index	**Id-Text**	**Name**	**Funktion**
0x221C	dr28	Uic reference voltage	Bezugs-Zwischenkreisspannung zur Definition des Feldschwächbereiches und der Grenzkennlinie in V

Für höhere Zwischenkreisspannungen würde sich die Grenzkennlinie zu größeren Drehzahl hin verschieben, entsprechend für kleinere Zwischenkreiswerte zu kleineren Drehzahlen hin.

Beispiel: maximal erreichbares Moment eines Synchronmotors abhängig von der Zwischenkreisspannung:



1: Zwischenkreisspannung 565V
2: Zwischenkreisspannung 680V

Mit ds11 Bit 2 und 3 kann festgelegt werden, ob die Kennlinie automatisch an die aktuelle Zwischenkreisspannung angepasst werden soll.

ds11	torque mode			0x240B
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
2…3	Uic compensation	0	off	keine Anpassung
		4	on	Anpassung in beide Drehzahlenrichtungen
		8	>UnFu; qstop=off	Anpassung nur zu kleineren Drehzahlen hin
		12	>UnFu; qstop=on	im Standardbetrieb nur Anpassung zu kleineren Drehzahlen, während der Fault-Reaction-Rampe auch zu größeren Drehzahlen

- Bit2-3=4 „on“:

Bei diesem Wert, wird das maximale Moment aus dem Motor herausgeholt.
Nachteilig ist, dass eine schwankende oder sich dynamisch verändernde Zwischenkreisspannung bei Betrieb an der Grenzkennlinie Unruhe verursachen kann.

- Bit2-3=8 („>Un(Fu) = aus, Fault-Reaction-Rampe = aus“):

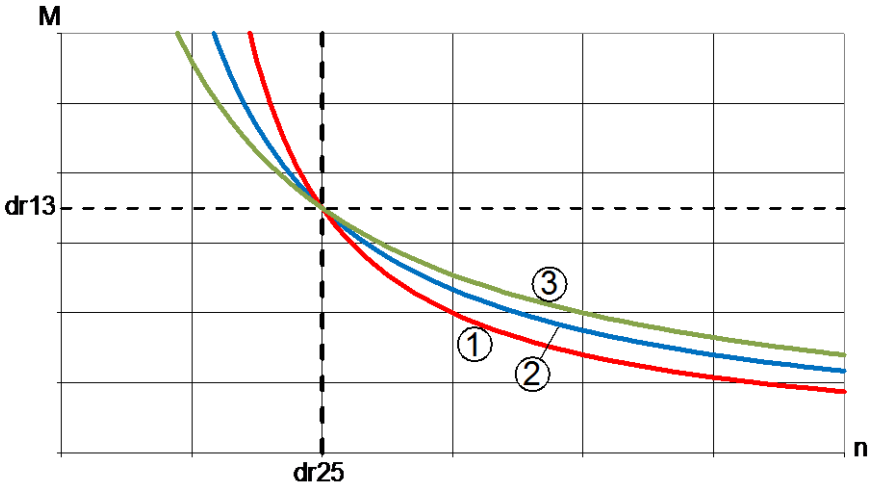
Zu bevorzugen ist diese Einstellung Hier wird nur die physikalisch notwendige Verschiebung der Kennlinie auf Grund zu kleiner Zwischenkreisspannung durchgeführt.
Das heißt, die Kennlinie wird nur verschoben, wenn die Zwischenkreisspannung kleiner als dr28 „uic reference voltage“ ist.

- Bit2-3=12 („>Un(Fu)=aus, Schnellhalt=ein“):

In diesem Modus wird nur während der Fault-Reaction-Rampe die Grenzkennlinie bei höherer Zwischenkreisspannung zu größeren Drehzahlen hin verschoben.

5.2.9.5 Anpassung der Grenzkennlinie

Da der 1/x bzw. $1/x^2$ Verlauf der Grenzkennlinie nur näherungsweise gilt, gibt es eine Möglichkeit die Kennlinie durch ds13 „torque limit curve factor“ anzupassen.



M: Moment
n: Drehzahl
1: Grenzkennlinie ds13=150%
2: Grenzkennlinie ds13=100%
3: Grenzkennlinie ds13=75%

5.2.9.5.1 Asynchronmotor

Die physikalische Kippmoment-Kennlinie des Motors ist eine quadratische Kennlinie.
Soll der Motor bis an seine Grenzen ausgenutzt werden, so muss die quadratische Grenzkennlinie aktiviert werden(ds11 torque mode bit(0,1) = 1).

ds11	torque mode			0x240B
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…1	field weak curve limit	0	1/x	für SM
		1	$1/x^2$	für ASM

Die Funktion wird durch die Parameter dr13 und dr25 definiert.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x220D	dr13	breakdown torque %	Kippmoment bei Start der Feldschwächung
0x2219	dr25	breakdown speed %	Feldschwächzeitpunkt

In „breakdown torque %“ wird das Kippmoment in % des Nennmomentes eingetragen.
In dr25 kann beim Asynchronmotor immer 100% eingetragen werden.

Beispiel: Parametrierung von dr13 und dr25 bei einem Asynchronmotor

Nennwerte		Grenzkennlinie	
Nennspannung	360 V	Referenz-Zwischenkreispannung	565 V
Nennfrequenz	50 Hz	M_{Kipp} / M_{Nenn}	2
Polpaarzahl	2		
Nenndrehzahl	1460 U/min		

$$\text{NennFeldschwächfrequenz} = 50\ Hz * \frac{565\ V}{330\ V * \sqrt{2}} = 60{,}7\ Hz$$

Bei dieser Frequenz soll die Feldschwächung beginnen => dr25 = 100%

$$\text{dr13} = \frac{Grenzmoment}{Nennmoment} * 100\% = \frac{Kippmoment}{Nennmoment} * 100\% = 200{,}0\%$$

$$M_{kn} = \frac{3 \cdot U_n \cdot ppz}{4 \cdot \pi \cdot f_n} \cdot \frac{1-\sigma}{R_s \cdot (1-\sigma) + \sqrt{R_s^{\,2} + (\frac{\sigma}{1-\sigma})^2 \cdot (2 \cdot \pi \cdot f_n \cdot L_k)^2}} \cdot \frac{2}{3}$$

Formel	für Parameterwert in Leitergrössen	Bsp. Motordaten
U_n	$dr15$	400V
R_s	$dr17$	16 Ω
σ	$\frac{dr19^2}{(dr21 + dr19) \cdot (dr22 + dr19)}$	dr19=900mH, dr21=78mH, dr22=78mH →0.153
f_n	$dr06$	50 Hz
L_k	$(dr21 + dr19) \cdot \frac{\sigma}{1-\sigma}$	176.8 mH
ppz	Ganzzahl ($\frac{dr06 \cdot 60}{dr04}$)	dr04 = 1380 U/min → 2

Für die Beispiel-Motordaten berechnet sich das Kippmoment bei Nennfrequenz zu:

M_{kn} = 8 Nm

Das Nennmoment des Beispiel-Motors ist (M_n = 5.2 Nm), somit ergibt sich für den „break-down torque %“ in dr13 :

$$dr13 = \frac{M_{kn}}{M_n} = 154\%$$

5.2.9.5.2 Synchronmotor

Theoretisch muss das maximale Moment bei einem ausreichend großen Strom in der d-Achse nach einer 1/x Kennlinie abnehmen.

ds11	torque mode			0x240B
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…1	field weak curve limit	0	1/x	für SM
		1	$1/x^2$	für ASM

Das heißt ds11 bit(0,1) muss auf 0 gesetzt werden.

Eine 1/x Funktion wird durch Angabe eines einzigen Punktes, durch den sie verläuft definiert. Dieser Punkt wird durch die Parameter dr13 und dr25 festgelegt.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x220D	dr13	breakdown torque %	Moment und Drehzahl zur Definition der Grenzkennlinie
0x2219	dr25	breakdown speed %	

dr25 definiert die Drehzahl und dr13 definiert das zu dieser Drehzahl gehörige Grenzkennlinien(Maximal)-Moment .

Der Momentenwert wird in dr13 breakdown torque % in % des Motornennmomentes eingetragen.

Der Drehzahlwert wird in dr25 breakdown speed % in % der Nenn-***Feldschwäch***drehzahl eingetragen. Diese berechnet sich wie folgt:

$$\text{NennFeldschwächdrehzahl} = \frac{Nenndrehzahl * dr28}{dr05 * \sqrt{2}}$$

- **Beispiel: Parametrierung von dr13 und dr25 bei einem Synchronmotor**

Motor-Nennwerte		Bezugs-Spannung	
Nennspannung	330 V	Netz- / AFE-Spannung	400 V
Nennfrequenz	200 Hz	Referenz-Zwischenkreispannung	565 V
Polpaarzahl	6	**Punkt der Grenzkennlinie (z.B. aus Datenblatt)**	
Nenndrehzahl	2000 U/min	Moment der Grenzkennlinie	350 Nm
Nennmoment	150 Nm	Drehzahl für Grenzmoment	2000 U/min

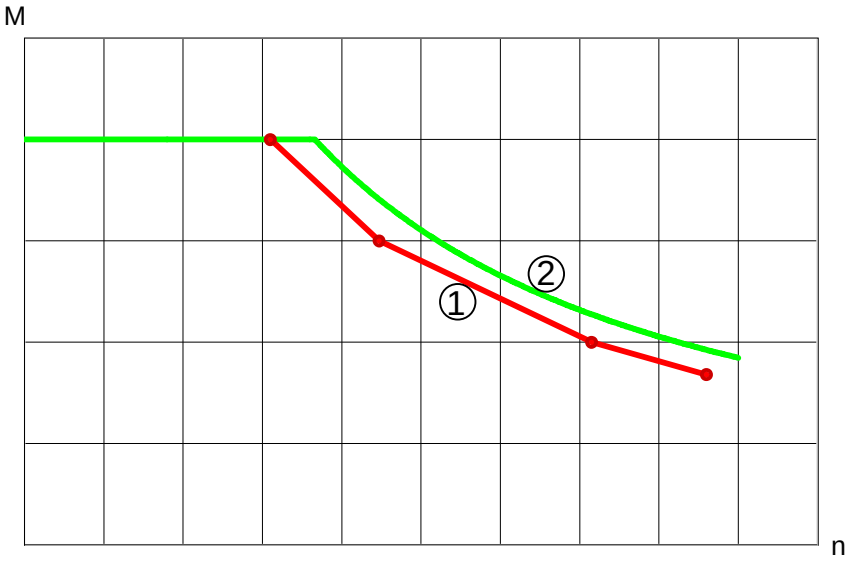
$$\text{NennFeldschwächdrehzahl} = \frac{2000\ U/min * 565\ V}{330\ V * \sqrt{2}} = 2428{,}5\ U/min$$

$$\text{dr25} = \frac{Drehzahl\ für\ Grenzmoment}{Nennfeldschwächdrehzahl} * 100\% = \frac{2000\ U/min}{2428{,}5\ U/min} * 100\% = 82{,}4\%$$

$$\text{dr13} = \frac{Grenzmoment}{Nennmoment} * 100\% = \frac{350\ Nm}{150\ Nm} * 100\% = 233{,}3\%$$

Wenn dem Datenblatt keine Angaben zur Grenzkenlinie zu entnehmen sind, kann mit einem Excel-Tool (unter der Annahme konstanter Ersatzschaltbilddaten, Vernachlässigung der Sättigung usw.) der Verlauf der Grenzkennlinie bei optimaler Vorgabe des Id berechnet werden.

Zu dieser berechneten Kennlinie muss selbst unter optimalen Voraussetzungen ein Sicherheitsabstand eingehalten werden, da alle Parameter Toleranzen und Temperaturdrift haben.



M: Drehmoment
n: Drehzahl
1: M (einzelne Punkte gemessen)
2: M (berechnet)

In der Praxis kann dieser optimale d-Strom oft nicht gestellt werden, da er z.B. größer als der Maximalstrom des Motors oder des Umrichters ist, oder die Grenzkennlinie aufgrund von Sättigung, Eisenverlusten oder ähnlichem keine 1/x Kennlinie ist.

Daher muss in der Applikation die Kennlinie durch Tests ermittelt werden.

Der Wert von dr25 sollte dann kleiner als der ausgemessene Wert gewählt werden, um einen Sicherheitsabstand zu behalten.

ACHTUNG	Ein Fehler in der Lageerfassung führt dazu, dass durch den Magnetisierungsstrom ein Moment erzeugt wird. Ein Fehler von 20° elektrisch bewirkt ein ungewolltes Moment durch den Magnetisierungsstrom von maximal: $M = \sin(20°) * fc05 * dr09 = \ 0{,}34 \ * fc05 * dr09$ Kann dieses Fehl-Moment auf Grund der Grenzkennlinie nicht mehr vom Drehzahlregler kompensiert werden, wird der Antrieb unkontrollierbar. Alle Momentengrenzen müssen so groß gewählt werden, dass der Lagefehler immer kompensiert werden kann.

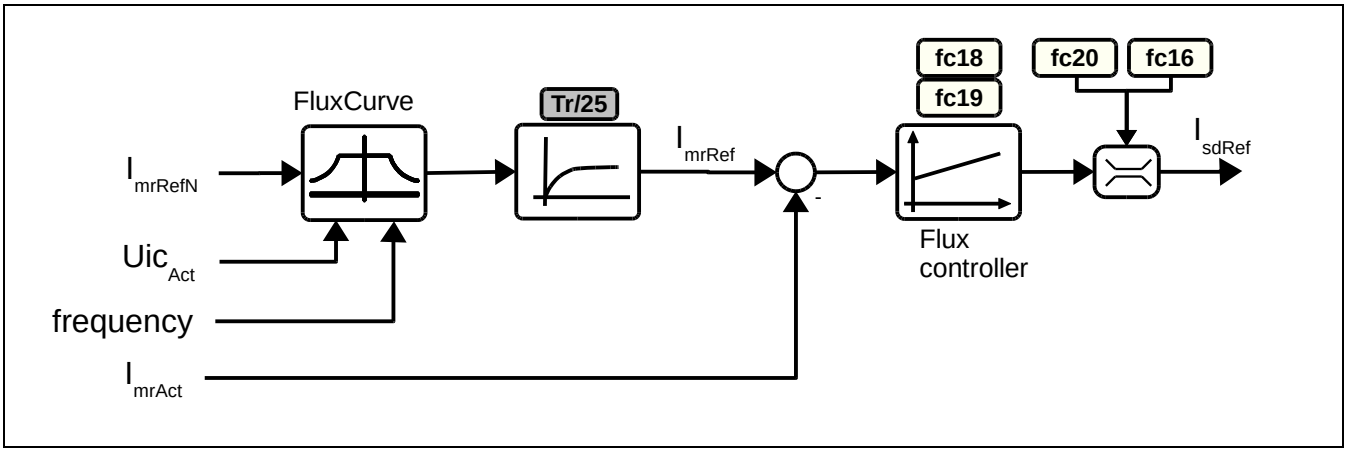
5.2.10 Flussregler (ASM)

Der Flussregler für die Asynchronmaschine ist ein PI-Regler.
Der Sollfluss (ImrRef) setzt sich zusammen aus einem Kennlinienwert (Flussvorsteuerung) und dem Ausgang des Maximalspannungsreglers.

Mit fc16 ASM flux mode können verschiedene Optionen für den Flussregler ausgewählt werden.

fc16	ASM flux mode			0x3710
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…1	field weak curve limit	0	off	Flussregler aus (Grenze = 0)
		1	on	Fluss-Reglergrenzen konstant = fc20
		2	start off, cubic	**cubic** => Fluss-Reglergrenze steigt cubisch (x^3) von 0 bei Drehzahl 0 auf fc20 bei Drehzahl dr25 (breakdown speed) **start off** => beim Flussaufbau ist der Flussregler nicht aktiv **start on** => beim Flussaufbau gilt die Flussreglergrenze fc20
		3	start on, cubic	
2…3	wait for flux	0	off	**on** => für den Beginn des regulären Betriebes (z.B. Übernahme von Drehzahl-Sollwerten) wird der Flussaufbau abgewartet. Der Antrieb verharrt solange im Status „Start opertion active“
		4	on	
4	reserved	0	off	reserved
		8	reserved	

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3711	fc17	ASM min. flux	Fluss in% des Nennflusses, bei dem die Magnetisierung als abgeschlossen gilt
0x3712	fc18	KP flux (A/A)	Flussregler-Gesamtverstärkung
0x3713	fc19	Tn flux	Nachstellzeit
0x3714	fc20	ASM flux reg. limit	Flussreglergrenze in % des Motornennstroms (dr03)



5.2.11 Adaption

ds12	adaption mode			0x240C
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…1	stator resistance	0	off	
		1	on, no storing	
		2	on, storing till power off	
		3	reserved	
2…3	current offset	0	off	
		4	on, no storing	
		8	on, storing till power off	
		12	reserved	
4…5	Tr(ASM)/EMC (SM)	0	on, no storing	
		16	on, storing till power off	
		32	reserved	
		48	on, no storing	

Stator Resistance Rs:
Die Adaption des Ständerwiderstandes kann nur unterhalb von 20% der Nenndrehzahl erfolgen, wenn mind. 25% des Nennwirkstromes fließen

Current offset:
Die Erfassung des Stromes kann Abhängig von der Stromhöhe, Temperatur und anderen Einflüssen variieren. Dies verursacht eine 1-fache Schwingung der Ausgangsfrequenz im d/q System. Somit ist der Drehzahlregler nicht mehr „hart“ einzustellen. Problematisch ist, das eine 1-fache Schwingung theoretisch auch andere Ursachen haben kann und somit der Stromoffsetregler in die Begrenzung läuft und die 1-fache noch verstärkt.

Tr (Asm) /Emk(SM):
Um eine möglichst gute Momentengenauigkeit zu erzielen, ist gerade im Betrieb mit Geber, eine Adaption der Gegenspannung (Synchronmaschine, Emk) bzw. Rotorzeitkonstanten (Asynchronmaschine, Tr) möglich. Für beide Motoren gilt, in der Dynamik ist die Adaption nicht möglich, bzw. führt zu falschen Werten. Die Adaption kann nur oberhalb von 20% der Nenndrehzahl erfolgen, wenn mind. 25% des Nennwirkstromes fließen

Emk (SM):
Die Adaptionszeitkonstanten bei der Synchronmaschine beträgt 4s, womit nur langfristige Einflüsse auf die Emk kompensiert werden können (s.h. Sättigung).

Tr (ASM):
Bei der Asynchron ist die Adaptionskonstante abhängig von den Rotorzeitkonstanten.

5.2.12 Sättigungskennlinie (SM)

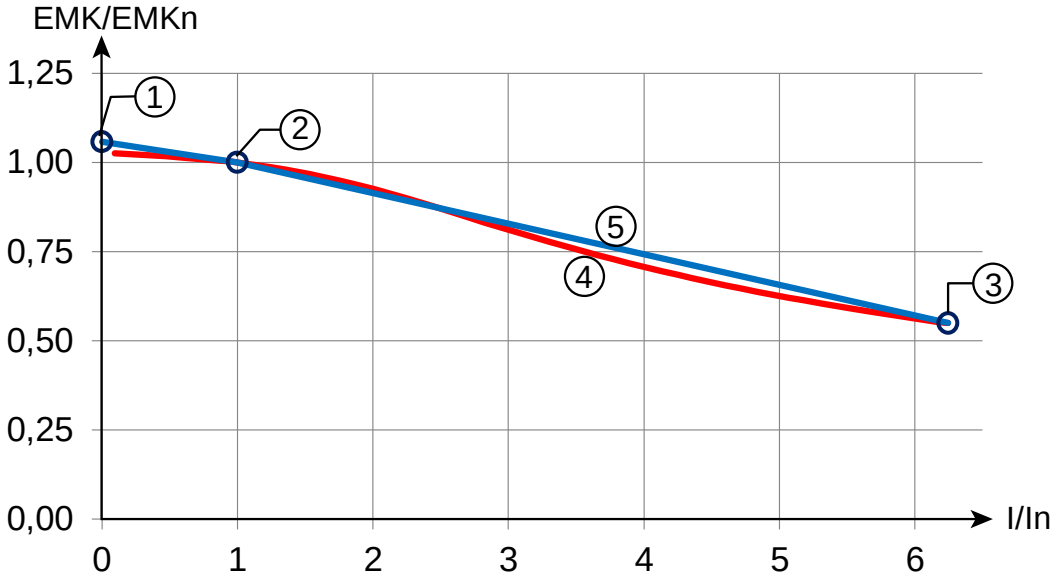
5.2.12.1 Festlegung der Sättigungskennlinie

Die Adaption kann nur langsame Änderungen (wie z.B. Temperatureinflüsse) kompensieren. Zur Berücksichtigung der Sättigung kann daher die Sättigungskennlinie ausgewertet werden. Diese ist zurzeit definiert durch die dr-Parameter:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x220E	dr14	SM EMF [Vpk/(1000min-1)]	Spitzenwert der verketteten EMK
0x2203	dr03	rated current	Nennstrom
0x2209	dr09	rated torque	Nennmoment
0x220C	dr12	max current %	Maximalstrom in % Nennstrom
0x220B	dr11	max torque %	Maximalmoment in % Nennmoment

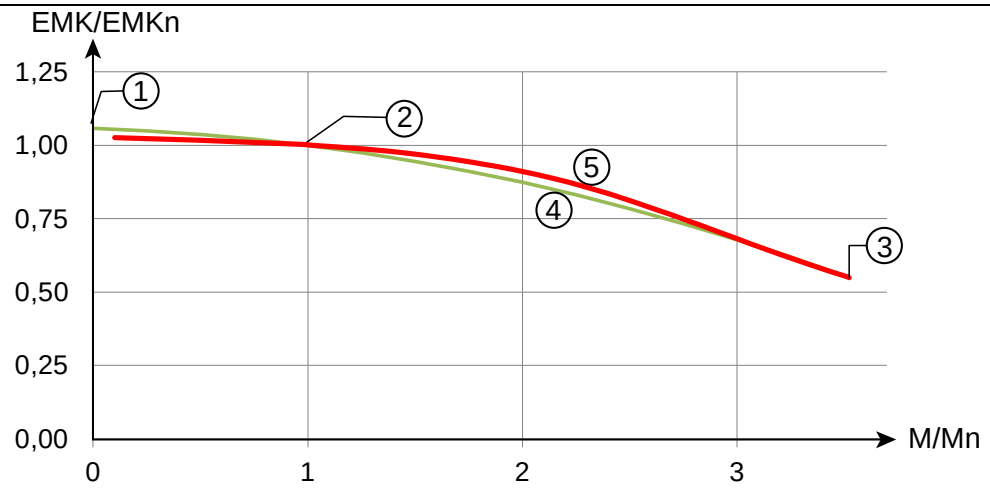
- dr14 „SM EMF“ ist die EMK im Leerlauf (Strom = 0).
- Aus dr3 und dr9 wird die EMK bei Nennstrom berechnet.
  $$EMK\ (bei\ I = Inenn) = \frac{dr09}{dr03} * 85{,}5$$
- Aus dr12 und dr11 wird die EMK bei Maximalstrom berechnet.
  $$EMK\ (bei\ I = Imax) = \frac{dr11 * dr09}{dr12 * dr03} * 85{,}5$$

Diese Berechnung gilt nur, wenn die Strom- zu Momentangaben für Id=0 angegeben sind.



1: Leerlauf
2: Nennpunkt
3: Maximalwert
4: rote Kennlinie = reale Kennlinie
5: blaue Kennlinie = aus Datenblattpunkten linear genäherte Kennlinie
I/In: Motorstrom / Nennstrom

Zur Berechnung des Sollstromes aus dem Sollmoment wird die invertierte Sättigungskennlinie benötigt, die ebenfalls aus den gleichen 3 Datenblatt-Werten für Leerlauf, Nennpunkt und Maximalwert berechnet wird:



1: Leerlauf
2: Nennpunkt
3: Maximalwert
4: grüne Kennlinie = aus Datenblattpunkten invertiert genäherte Kennlinie
5: rote Kennlinie = reale Kennlinie
M/Mn: Moment/Nennmoment

Da beide Kennlinien Näherungen sind, können bei der Hinrechnung (Sollstrom aus Sollmoment) und der Rückrechnung (Istmoment aus Iststrom) unterschiedliche Faktoren verwendet werden.
Damit ist auch im statischen, ausgeregelten Zustand die Istmoment-Anzeige nicht genau gleich der Sollmoment-Anzeige.

- **Beispiel:**

Für Sollmoment = 3faches Nennmoment beträgt der berechnete EMK Faktor 0,678
Das heißt der Sollstrom ist gleich 3/0,678 = 4,42facher Nennstrom
Für 4,42fachen Nennstrom ergibt sich aus Abbildung 5 der Faktor 0,706.
Das heißt das angezeigte Istmoment ist 4,42 * 0,706 = 3,12faches Nennmoment.
Das heißt, ein ausgeregeltes Sollmoment von 300,0% würde zu einer Istwertanzeige von 312,0% führen.
Welcher der beiden Werte näher an dem realen Moment liegt, ist abhängig davon, welche Näherungskennlinie näher an dem realen Sättigungsverlauf liegt und kann für jeden Bereich der Kennlinie unterschiedlich sein.

In einer späteren Version soll eine Möglichkeit integriert sein, die Sättigungskennlinie tabellarisch abzulegen.
Da diese Daten aber vom Motorhersteller nur selten geliefert werden, wird die Sättigung aktuell durch die - meist im Datenblatt angegebenen - Werten für Leerlauf, Nennstrom und Maximalstrom definiert.

5.2.12.2 Auswirkung der Sättigungskennlinie

Mit mo00 kann ausgewählt werden, auf welche Regelparameter die Sättigung Einfluss nimmt:

mo00	saturation mode			0x3800
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…1	EMF curve source	0	off	keine Änderung der EMK
		1	dr14, dr09/dr03, dr11/dr12	Änderung der EMK entsprechend der 3 Punkte Kennlinie (Leerlauf, Nennpunkt, Maximalpunkt)
		2..3	reserved	
2	EMF depen-dance	0	Isq	Änderung der EMK proportional zum Wirkstrom
		4	reserved	

Mit Bit 0,1 = 1 wird die Berücksichtigung der Sättigungskennlinie für die EMK und damit für die Moment=>Strom bzw. Strom=>Moment Umrechnung aktiviert.

Mit Bit 2 ist festgelegt, von welchen Faktoren die Sättigungskennlinie abhängt.
Aktuell wird der Sättigungsfaktor immer als wirkstromabhängig betrachtet.

mo00	saturation mode			0x3800
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
3…4	Lsd curve source	0	EMF proportional	Ld ändert sich entsprechend der EMK
		8	off	keine Änderung von Ld
		16, 24	reserved	
5..6	Lsd dependance	0	Isq	
		32, 64, 96	reserved	
7..8	Lsq curve source	0	EMF proportional	Lq ändert sich entsprechend der EMK
		128	off	keine Änderung von Lq
		256, 384	reserved	
9…10	Lsq dependance	0	Isq	
		512, 1024, 1536	reserved	

Mit Bit 3,4 = 0 bzw. Bit 7,8 = 0 wird die Berücksichtigung der Sättigungskennlinie für die Induktivitäten aktiviert.

Zurzeit können die Induktivitäten nur entsprechend der Sättigungskennlinie (EMF proportional) verändert werden.

Die angepassten Induktivitätswerte werden dann von der Entkopplung, dem Motormodell berücksichtigt und der Momentenberechnung verwendet.

Um auch die Stromreglerverstärkung an die Induktivitätsänderung anzupassen, muss zusätzlich in ds04 die Funktion „sat L on I control“ aktiviert werden (siehe Stromregelung Kapitel 5.2.6).

5.2.13 Rastmoment Kompensation (SM)

Bei einigen Synchronmaschinen und Linearantrieben treten aufgrund von Schwankungen des magnetischen Flusses Oberwellen auf. Sie führen zur Welligkeit des Motormoments bei konstanter Last bzw. Leerlauf. Dieses überlagerte Moment wird als Rastmoment bzw. „cogging“ bezeichnet. Für Motoren mit einem (näherungsweise) periodischen Verlauf des Rastmomentes ist dessen Kompensation möglich.

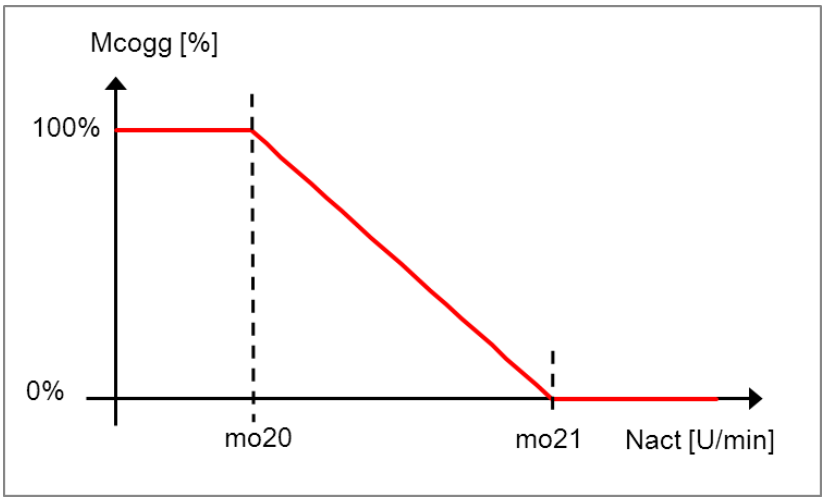
- Parametrierung der Kompensation

Über die Parameter mo17 frequency factor mo18 magnitude und mo19 phase können maximal vier Sinusgeneratoren parametriert werden. Die Überlagerung der Sinusschwingungen ergibt das Kompensationsmoment.

Index	Subidx	Id-Text	Name	Funktion
0x3811	1..4	mo17	cogg. frequency factor	Frequenz des Sinusgenerators in Vielfachen einer elektrischen Umdrehung
0x3812	1..4	mo18	cogg. magnitude [%Mn]	Ausgangsamplitude des Sinusgenerators in % vom Nennmoment
0x3813	1..4	mo19	cogg. phase	Phasenverschiebung des Sinusgenerators in °
0x3814	---	mo20	cogg. fade out speed 100% RPM]	Definition des Ausblendbereiches der Cogging-Funktion
0x3815	---	mo21	cogg. fade out speed 0% [RPM]	
0x3816	---	mo22	cogging PT1 time	PT1-Zeit zur Nachbildung des Stromregelkreises. Nicht verändern!

- „fade out“ Funktion:

Üblicherweise sinkt mit steigender Drehzahl des Motors der Einfluss des Rastmomentes. Daher kann der Kompensationswert zu höheren Drehzahlen hin ausgeblendet werden. Die Amplitude des Kompensationsmomentes wird dafür von 0 bis mo20 auf dem in mo18 eingestellten Wert gelassen und dann innerhalb des Drehzahlbandes von mo20 (fade out speed 100%) bis mo21(fade out speed 0%) auf Null verringert.



5.2.14 Controlmodus (mit Geber / Geberlos)

Hier wird der Controlmodus (ohne Regelung / Regelung mit Geber / geberlose Drehzahlregelung) vorgegeben.

Als Drehzahlgeber-Rückführung in den Modi mit Geber dient Kanal A (Ausnahme: Doppelachsmodul H6).

Die Drehzahlreglerwerte, die sich aus der automatischen Berechnung durch cs99 ergeben, sind abhängig von den gewählten Drehzahl-Glättungszeiten.
Diese werden für die Modi mit Geber in den ec-Parametern und für den geberlosen Betrieb in den ds-Parametern festgelegt.
Mit der Umschaltung zwischen den Modi mit und ohne Geber, wird also eventuell auch eine Anpassung der Reglerverstärkung notwendig.
Mit Bit 4: speed control mode kann eine automatische Anpassung aktiviert werden.

cs00	control mode			0x2700
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0..3	control mode	0	uf-control	Spannungs-/Frequenzkennlinie
		1	encoder, without model	Betrieb mit Geber ohne Motormodel
		2	encoder, with model	Betrieb mit Geber und Motormodel
		3	no encoder (ASCL/SCL)	Betrieb ohne Geber mit Motormodel
		4..15	reserved	
4	speed ctrl mode	0	Kp/Tn, no adapt	Die Berechnung von KP/Tn erfolgt mit dem aktuell eingestellten Mode (mit Geber oder geberlos). Die Reglerverstärkung bleibt beim Modewechsel unverändert
		16	kp/Tn, adapt internal	Die Berechnung von KP/Tn erfolgt immer für den Mode mit Geber. Beim Modewechsel wird die Reglerverstärkung entsprechend der Glättungszeiten intern angepasst. Das Verhältnis der Glättungszeiten sollte im Bereich 1/16….16 liegen.

5.2.14.1 Spannungs-Frequenz Betrieb

Diese Betriebsart ist zur einfachen Inbetriebnahme gedacht und ersetzt nicht die Funktion des SMM-Betrieb bei der F5-Gerätegeneration.

Durch diese Parameter ist der Uf – Betrieb definiert:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2205	dr05	rated voltage	Motor-Nennspannung
0x2206	dr06	rated frequency	Motor-Nennfrequenz
0x222D	dr45	ASM u/f boost	Stillstandsspannung
0x3500	is00	uic mode	Modus Zwischenkreisspannungskompensation
0x3502	is02	uic comp voltage limit	Limit Zwischenkreisspannungskompensation

Mit dr45 ASM u/f boost wird die Spannung bei Frequenz 0 Hz festgelegt, dr05 rated voltage und dr06 rated frequency definieren einen weiteren Punkt der Spannungs-Frequenz-Kennlinie.

is00	Uic mode			0x3500
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0..2	Uic compen-sation mode	0	off	aus
		1	off, only curr decoupling	
		2	on	an
		3	on, voltage limited	an / mit Spammumgsbegrenzung
		4..7	reserved	

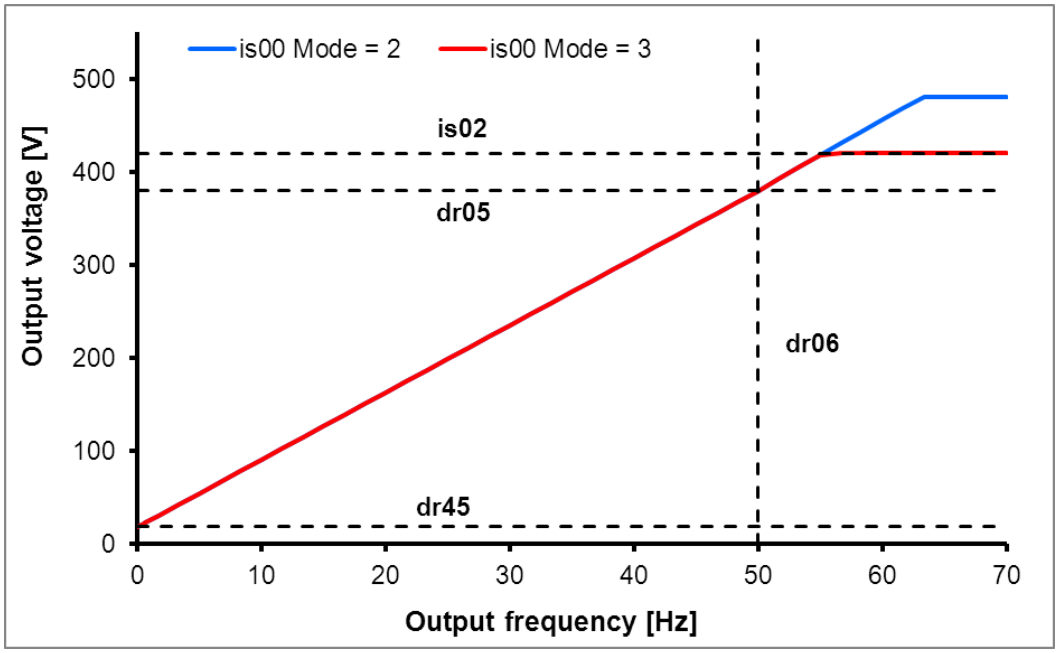
Mit „Uic compensation mode“ = 2 oder 3 wird die Zwischenkreisspannungskompensation aktiviert. Das heißt, solange die Spannung zur Verfügung steht, hängt die Ausgangsspannung nur von der programmierten Kennlinie und nicht von der aktuellen Zwischenkreisspannung ab.

Im Mode 2 wird die Spannung gemäß der eingestellten Kennlinie bis zum maximal möglichen Wert erhöht.
Im Mode 3 wird die Ausgangsspannung bei is02 voltage limit begrenzt.

is02	uic comp voltage limit	0x3502
Wert	Bedeutung	
200V .. 800V	Maximale Ausgangsspannung (Effektivwert)	

Beispiel für U/f Betrieb einer Asynchronmaschine:

Nennspannung:	380V	Nennfrequenz:	50 Hz
Boost:	5 % von 380V = 19V	Zwischenkreisspannung:	680 V
is02 voltage limit	420V		



5.2.14.2 Betrieb mit Geber ohne Motormodel

Diese Betriebsart hat fast keine Berechtigung mehr.
Bei der Synchronmaschine fehlt in dieser Betriebsart die Möglichkeit die Emk-Adaption zu aktivieren bzw. auf Modellströme zu fahren.

Für die Asynchronmaschine wird der Schlupf auch in dieser Betriebsart aus den Ersatzschaltbilddaten und nicht aus der Nenndrehzahl bestimmt. Das heißt, eine Identifikation der Motordaten ist zwingend erforderlich.
Zusätzliche Möglichkeiten, wie Tr-Adaption oder das Fahren auf Modelströme können in diesem Mode nicht aktiviert werden.

5.2.14.3 Betrieb mit Geber mit Motormodel

Dies ist die Betriebsart für drehzahlgeregelten Betrieb mit Encoder.

Vorteile bei Betrieb mit Model:

- der Fluss bei der Asynchronmaschine wird durch das Model adaptiert.
- die Adaption der EMK bzw. Rotorzeitkonstante möglich. Dadurch erhöht sich die Momentengenauigkeit
- fahren auf Modelströme (ds04 bit 07) möglich, vorteilhaft bei Ausgangsfrequenzen oberhalb von 400Hz

5.2.14.4 Betrieb ohne Geber mit Motormodel

In dieser Betriebsart ist die Art der Modellkontrolle wichtig (siehe Kapitel 5.2.15 Model Control (ASM und SM)).

Bei kleinen Ausgangsfrequenzen kann das Model nicht stabil betrieben werden. Somit muss dafür Sorge getragen werden, dass dieser Bereich schnell durchfahren wird.

Ein Freiheitsgrad für die Asynchronmaschine ist die Drehzahl, d.h. sie kann von der geschätzten Drehzahl abweichen. Dafür ist die Momentengenauigkeit gegeben.

Übersicht der Funktionen, die abhängig von der Betriebsart und dem Motor aktivierbar sind:

	cs00 control mode				Aktivierung	ASM	SM
	0 (u/f)	1 encoder/ no model	2 encoder/ with model	3 (A)SCL			
Emk adaption	-	-	x	x	ds12 bit 4-5	-	x
Tr adaption	-	-	x	x	ds12 bit 4-5	x	-
current offset adaption	-	-	x	x	ds12 bit 2-3	x	x
estimated current control	-	-	x	x	ds04 bit 7	x	x
stabilisation current	-	-	-	x	ds30 bit 0	-	x
stabilisation therm	-	-	-	x	ds30 bit 1	-	x
deviation	-	-	x	x	ds04 bit 7	x	x
observer	-	-	x	x	ds04 bit 6	x	x

5.2.15 Model Control (ASM und SM)

Mit diesem Parameter wird in den Betriebsarten mit Motormodell entschieden, in welchen Drehzahlbereichen das Modell aktiv sein soll.

5.2.15.1 Modelabschaltung

ds41	model ctrl			0x2429
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…2	model (A)SCL	0	Mode 0	
		1	always on	
		2…7	reserved	
3…5	model with encoder	0	Mode 0	
		8	always on	
		16..56	reserved	

- **Modelabschaltung (bit0..2) und (bit3..5) = Mode 0:**

Die Modelabschaltung ist eine Funktion der Soll- und der Istdrehzahl.

Ist das Model einmal aktiv, beginnt der Zähler zur Abschaltung erst, wenn der Sollwert gleich 0 U/min ist und der Istwert unterhalb der Ausschaltschwelle ds46 liegt.

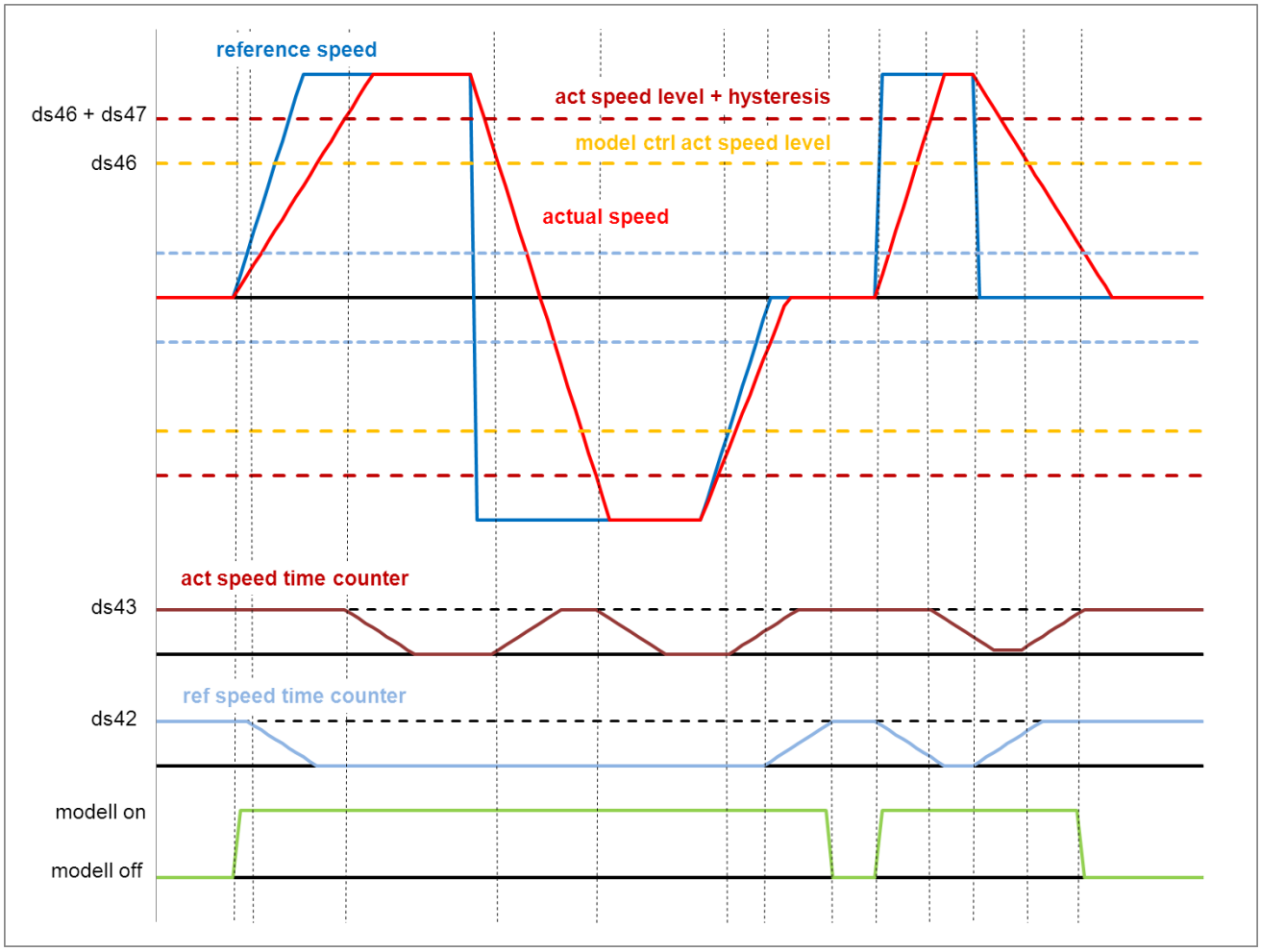
Mit Abschalten des Models wird im geberlosen Betrieb ((A)SCL) der Drehzahl-Schätzwert auf den Sollwert gesetzt. Bei Regelung auf Modellströme (ds04 current control=on) wird der Schätzstrom auf den Messstrom gesetzt. Daher kann das Abschalten des Modells zu einem Momentensprung an der Welle führen.

Die Modelabschaltung ist über die Parameter ds42, ds43, ds46 und ds47 einstellbar. Hierbei gibt es für die Ausgangsfrequenz bei der Asynchronmaschine und der Synchronmaschine unterschiedliche Bezugswerte für die Parameter ds46 und ds47.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x242A	ds42	model ctrl. ref. speed time	Zeit, die der Drehzahlsollwert auf 0 bzw. der Drehzahlistwert unterhalb des „speed levels“ (ds46) liegen muss, bis die Abschaltung erfolgt
0x242B	ds43	model ctrl. act. speed time	
0x242E	ds46	model ctrl. act. speed limit	Drehzahlistwert-Abschaltschwelle (ds46) und Hysterese der Abschaltschwelle (ds47) in %
0x242F	ds47	model ctrl. act. speed hyst.	

Der Bezugswert für die Drehzahl-Level und Hysteresen zur Modellabschaltung sind abhängig von der Motorart:

Synchronmaschine: 100% = 7,5% * Nennfrequenz
Asynchronmaschine: 100% = 2 * Nennschlupf-Frequenz



- **Modelabschaltung (bit0..2) und (bit3..5) = always on:**

Das Model ist nach dem Aufmagnetisieren aktiv und bleibt es auch unabhängig von der Soll- / Istdrehzahl.

5.2.15.2 Grenzen für Drehzahlschätzregler

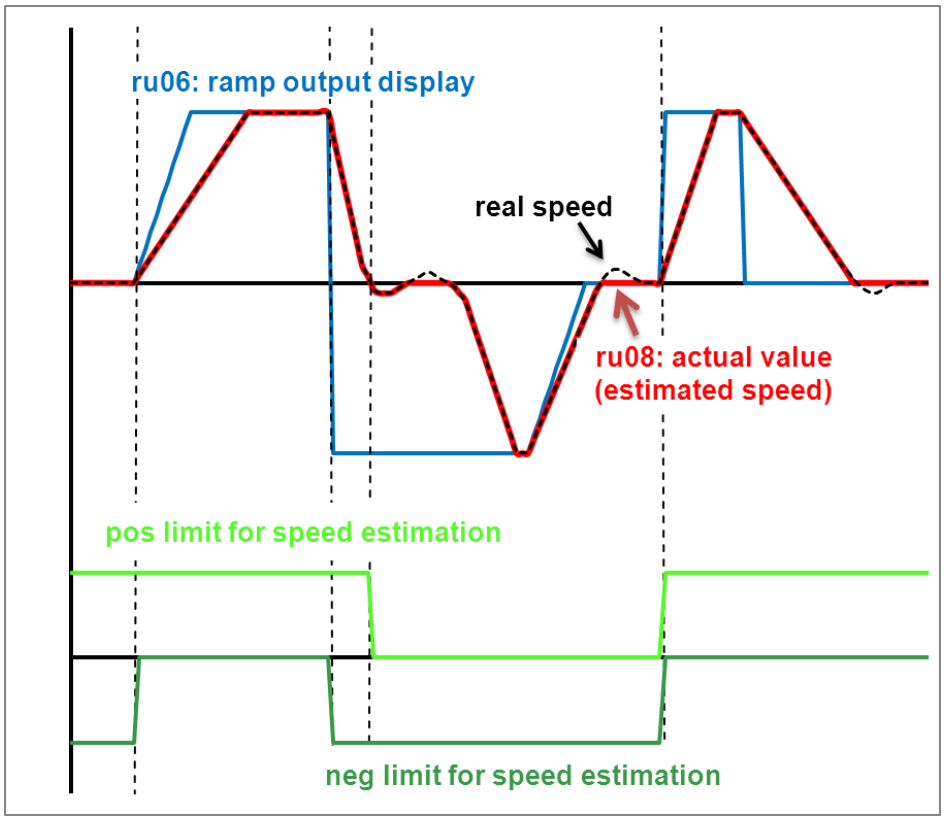
ds41	model ctrl			0x2429
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
6	estimated speed limit	0	free	
		64	depending on reference	wenn Probleme beim Start auftreten

- **free:**

In diesem Modus gibt es keine Limitierung der Grenzen. Zwingend erforderlich für den Betrieb in der Momentengrenze, wenn der Antrieb in die invertierte Richtung zur Solldrehzahl gezogen wird.

- **depending on reference:**

Die Grenzen werden abhängig von der Solldrehzahl vorgegeben. Sinnvoll um beim Start aus dem Stillstand z.B. mit pos. Solldrehzahl eine Fehlschätzung in die negative Richtung, und somit ein Verdrehen in die evt. „gesperrte Richtung“ zu verhindern.



Die geschätzte Drehzahl ist idealisiert dargestellt, in Realität können mehr Abweichungen zwischen realer und geschätzter (berechneter) Drehzahl auftreten.

5.2.15.3 Stabilisierungs- / Stillstandsstrom (nur SCL)

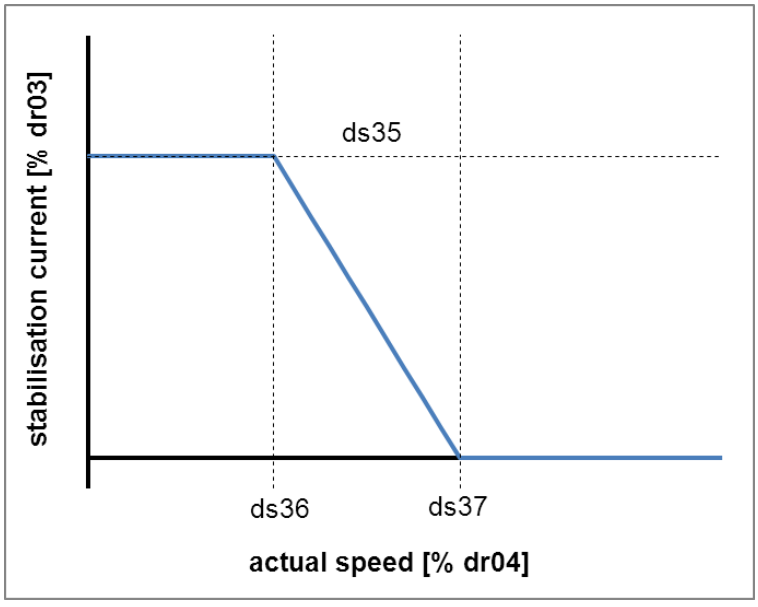
5.2.15.3.1 Stabilisierungsstrom

Der Stabilisierungssrtom stabilisiert das Model bei kleineren Drehzahlen.
Er kann nur für den Betrieb ohne Geber aktiviert werden.
Im Drehzahlbereich von ds36 bis ds37 wird er zu Null zurückgefahren.

ds30	SCL model mode			0x241E
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0	low speed current	0	off	Aktiviert / Deaktiviert den Stabilisierungstrom im geberlosen Betrieb (SCL)
		1	on	

Die Stabilisierungsstromkennlinie wird parametriert mit ds35..ds37.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2423	ds35	scl stabilisation current	Stabilisierungsstrom in % des Motornennstroms
0x2424	ds36	min. speed for stab. current	Drehzahlgrenzen (in % Motornenndrehzahl), zwischen denen der Stabilisierungsstrom vom in ds35 programmierten Wert auf 0 abgesenkt wird
0x2425	ds37	max. speed for stab. current	



Defaultwerte:

ds35 = 50% Motornennstrom
ds36 = 5% Nenndrehzahl
ds37 = 10% Nenndrehzahl

5.2.15.3.2 Stillstandsstrom

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2426	ds38	scl standstill current	

Der Stillstandstrom (ds38 Defaultwert 100%) wird eingeprägt, wenn die Modelabschaltung erfolgt ist.
Das Zu- / Abschalten erfolgt mit einer Rampenzeit, die sich aus der zweifachen Motorzeitkonstante (T = 2 * Ld / Rs) berechnet.

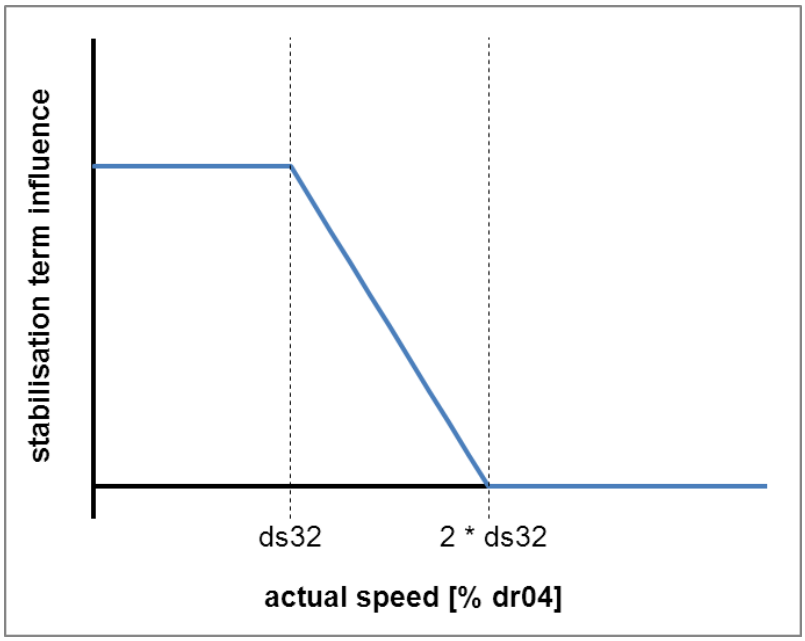
5.2.15.4 Modellstabilisierungstherm

Der Modellstablilisierungstherm stabilisiert das Model bei kleineren Drehzahlen.
Er ist nur für den Betrieb ohne Geber aktiv.

ds30	SCL model mode			0x241E
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
1	model stabilisation	0	off	Aktiviert / Deaktiviert den Modellstabilisierungstherm
		4	on	

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2420	ds32	scl stab term speed	Drehzahlgrenze (in % Motornenndrehzahl), ab der der Einfluss des Stabilisierungstherms auf 0 abgesenkt wird
0x2421	ds33	scl stab term time	Zeitkonstante des Stabilisierungstherms !!! nicht verstellen !!!

Der Einfluss des Modelstabilisierungstherm wird von ds32 bis 2 * ds32 auf Null zurück gefahren.
Die Zeitkonstante (ds33) wird aus den Motordaten berechnet und sollte nicht verstellt werden.



Defaultwert:

ds32 = 20% Motornenndrehzahl

5.2.16 Zwischenkreisspanungskompensation

Durch die Zwischenkreisspannungskompensation wird der Stromregler vorgesteuert.

Die Ausgangsspannung kann auf einen max. Wert limitiert werden.

Der Einfluss der Zwischenkreisspannungskompensation im gesteuerten Betrieb ist im Kapitel 5.2.14.1 Spannungs-Frequenz Betrieb beschrieben.

is00	Uic mode			0x3500
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…2	Uic compen-sation mode	0	off	keine Zwischenkreispannungskompensation
		1	off, only curr, de-coupling	keine Kompensation für die Stromregelung, aber für die Entkopplung (siehe 5.2.7.4 Entkopplung)
		2	on	vollständige Kompensation
		3	on, voltage limited	Kompensation und Begrenzung der maximalen Aus-gangsspannug
		4…7	reserved	
2…3	Uic filter	0	off	Aktivierung des PT1 Filters
		8	on	

Falls die Zwischenkreisspannung auf Grund der Applikation schwingen kann, kann diese durch ein PT1 Filter geglättet werden. Damit kann eine Resonanz vermieden werden.

is01	**uic PT1 time**	**0x3501**
Wert	Bedeutung	
0,063 .. 60 ms	PT1 Zeit zur Filterung der Zwischenkreisspannung	

Mit „Uic compensation mode“ = 2 oder 3 wird die Zwischenkreisspannungskompensation aktiviert. Das heißt, Änderungen in der Zwischenkreisspannung haben keinen Einfluss auf das Verhalten der Stromregelung.

Im Mode 3 wird die maximale Ausgangsspannung, die die Stromregler stellen dürfen, auf den Wert von is02 begrenzt.

is02	**uic comp voltage limit**	**0x3502**
Wert	Bedeutung	
200V .. 800V	Maximale Ausgangsspannung (Effektivwert)	

5.2.17 Identifikation

5.2.17.1 Funktion

Mit der Identifikation können Motorparameter ermittelt werden, die auf dem Typenschild oder in einem Datenblatt nicht angegeben sind.

Zusätzlich kann die Totzeitkennlinie des Umrichters ermittelt werden.

Voraussetzung für den Start der Identifikation ist die korrekte Eingabe des Motortyps sowie von Nennstrom, Nennspannung, Nenndrehzahl und Nennfrequenz.

Aus diesen Daten werden Voreinstellungen für die Regler und Grenzen für die Testsignale ermittelt.

Bei Drehzahlregelung mit Encoder müssen auch die Geberparameter (Typ, Strichzahl, usw.) schon eingestellt sein.

Die Identifikation ermittelt folgende Daten:

- Asynchronmaschine

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2211	dr17	stator resistance UV	Ständerwiderstand in Ohm
0x2212	dr18	ASM rotor resist. UV %	Rotorwiderstand in % des Ständerwiderstandes
0x2213	dr19	ASM head inductance UV	Hauptinduktivität
0x2215	dr21	ASM sigma stator ind. UV	Ständerstreuinduktivität in mH
0x2216	dr22	ASM sigma rotor ind. %	Rotorstreuinduktivität in % des Ständerwertes

- Synchronmaschine

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x220E	dr14	SM EMK [Vpk/(1000min-1)]	EMK (Spitzenwert der verketteten Spannung) bei 1000 U/min in V
0x220F	dr15	SM inductance q-axis UV	Querinduktivität (Induktivität der q-Achse) in mH
0x2210	dr16	SM inductance d-axis %	Längsinduktivität (Induktivität der d-Achse) in % von dr.15
0x2211	dr17	stator resistance UV	Ständerwiderstand in Ohm

- Umrichter

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3506	is06	deadtime coeff	Totzeitkennlinie

Es können wahlweise alle oder auch nur einzelne Motorparameter identifiziert werden.

Der Automatikmodus (Mode 1 oder 2 „all“) ist die einfachste Methode der Parameteridentifikation.

Die Einzelidentifikationen sollten nach Möglichkeit für die erstmalige Einmessung der Motorparameter nicht verwendet werden, da bei falscher Reihenfolge der Identifikationen oder Auslassen einzelner Punkte evtl. verfälschte Messergebnisse entstehen.

Die Einzelidentifikation kann immer dann verwendet werden, wenn eine komplette automatische Einmessung durchgeführt wurde und nur einzelne Parameter neu identifiziert werden

sollen. Dies kann z.B. eine Widerstands-Messung im betriebswarmen Zustand sein oder eine erneute Einmessung der Hauptinduktivität nach Änderung des Parameters dr08 „magnetising current“.

Die Einmessung der meisten Parameter erfolgt im Stillstand. Eine Bewegung oder Verdrehung des Motors durch die Testsignale ist jedoch möglich.

Nur die Hauptinduktivität (bei der Asynchronmaschine) bzw. die EMK (bei der Synchronmaschine) muss bei höherer Drehzahl identifiziert werden. Die Drehzahl ist durch Parameter dr44 festgelegt.

In dr54 Bit 0..3 („mode“) wird festgelegt, welche Identifikation durchgeführt werden soll:

dr54	ident			0x2236
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…3	mode	0	off	
		1	all (with movement)	**! Achtung: benötigt Motordrehung im Leerlauf !** automatische Einmessung der Totzeitkennlinie und aller Ersatzschaltbilddaten- auch der Hauptinduktivität bzw. der EMK. Der Motor beschleunigt auf dr44
		2	all (without movement)	automatische Einmessung der Totzeitkennlinie und aller Ersatzschaltbilddaten - mit Ausnahme der Hauptinduktivität bzw. EMK. Diese Messung erfolgt im Stillstand, eine Verdrehung des Motors durch die Testsignale ist aber möglich.
		3	stator resistance (Rs)	Messung des Ständerwiderstandes
		4	SM inductance (di/dt)	Messung der Induktivität eines Synchronmotors mit dem “five-Step” Verfahren
		5	dead time	Messung der Totzeitkennlinie für alle verfügbaren Schaltfrequenzen
		6	ASM rotor resistance(Rr)	Messung des Rotorwiderstandes (Asynchronmotor)
		7	ASM sigma ind./SM ind. (ampl.Mod)	Messung der Induktivität eines Synchronmotors bzw. der Streuinduktivität eines Asynchronmotors mit dem “Amplituden-Modulation” Verfahren
		8	ASM head inductance	Messung der Hauptinduktivität (Asynchronmotor)
		9	SM EMK	Messung der EMK (Synchronmotor)
		10…15	reserved	

In Bit 4 und 5 kann das Verfahren zur Messung der Induktivität eines Synchronmotors innerhalb einer Komplettidentifikation ausgewählt werden

dr54	ident			0x2236
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
4..5	SM ind. mode for all ident	0	amplitude modulation	Verwendung des “Amplituden-Modulation” Verfahren
		16	di/dt (five step)	Verwendung des “five-Step” Verfahren
		32	auto select	abhängig von der Motorzeitkonstanten (Ls/Rs) wird automatisch das für diesen Motor beste Verfahren ausgewählt

Der Ablauf der Identifikation lässt sich in dr55 verfolgen und überwachen

dr55	ident state	0x2237
Wert	Name	Bemerkung
0	off	
1	stator resistance	Ständerwiderstands-Einmessung läuft
2	SM inductance (five step)	Induktivitätsmessung nach dem „five-Step“ Verfahren läuft
3	dead time	Einmessung der Totzeitkennlinie(n) läuft
4	init current ctrl (only Ls)	Stromregler-Initialisierung für nachfolgende Identifikationsschritte
5	init current ctrl.	
6	rotor resistance (ASM)	Rotorwiderstands-Einmessung läuft
7	not defined	
8	wait bg norm	interne Normierungsroutinen werden durchlaufen
9	ASM sigma ind./ SM ind. (ampl.modl)	Induktivitätsmessung nach dem „Amplituden-Modulation“ Verfahren läuft
10	head inductance (ASM)	Hauptinduktivitätsmessung läuft
11	EMF (SM)	Einmessung der EMK läuft
12	error	die Identifikation wurde mit Fehler abgebrochen
13	ident ctrl nop	interner Zwischenstatus
14	ready	die Identifikation wurde erfolgreich abgeschlossen
15	wait state	interner Zwischenstatus
16	second instance impossible	Nur bei Doppelmodul: Identifikation kann nicht für beide Achse gleichzeitig durchgeführt werden
17	rotor detection (cvv)	Rotorlageidentifikation nach dem „constant voltage vector“, „hf detection“ oder dem „five step“-Verfahren läuft (siehe auch Kapitel ....)
18	rotor detection (hf detection)	
19	rotor detection (five step)	

5.2.17.2 Ständerwiderstand dr17

Grundsätzlich gilt für den Betrieb bei kleiner Ausgangsfrequenz, dass motorisch ein zu kleiner Statorwiderstand und generatorisch ein zu großer Widerstand das Model stabilisiert. Erfolgt die Identifikation der Totzeit, auf einen zu klein/groß eingestellten Widerstand, kompensiert sich der evtl. „bewusst“ eingestellte Fehlfaktor wieder.

5.2.17.3 ASM Rotorwiderstand dr18

Der Rotorwiderstand ändert sich mit der Temperatur. In wieweit sich damit auch die Rotorzeitkonstante des Motors verändert und damit der Einfluss auf z.B. den Schlupf, ist von der Konstruktion des Motors abhängig.

5.2.17.4 ASM Hauptinduktivität dr19 (im Leerlauf)

Die Hauptinduktivität dr19 lässt sich in der V.12 nur ermitteln, wenn der Motor sich frei drehen kann.
Der Drehzahlsollwert wird über dr44 (Defaultwert 65% von der Nenndrehzahl) bestimmt.

Die Beschleunigungs- / Verzögerungsrampe ist durch co48..co60 definiert.
Mit der Auswahl in dr54 „mode“ =1 oder 2, wird (nach Schreiben auf dr.99) ein Startwert für die Hauptinduktivität berechnet.
Mit „mode“ = 1 wird die Hauptinduktivität anschließend real identifiziert.

Berechnung des Startwertes aus:

- dr03 Motornennstrom
- dr09 Nennmoment
- dr07 Leistungsfaktor cos(phi)
- Polpaarzahl des Motors (Ganzzahl (Nennfrequenz * 60 / Nenndrehzahl))

Die Berechnung erfolgt nach folgender Formel:

$$Nennwirkstrom = Motornennstrom * (1 - (1 - \cos(phi) * 0{,}64))$$

$$Imr = \sqrt{Motornennstrom^2 - Nennwirkstrom^2}$$

$$Startwert\ der\ Hauptinduktivität = \frac{Nennmoment}{(Imr * Nennwirkstrom * Polpaarzahl)} * \left(\frac{2}{3}\right)$$

Sollte sich der Motor bei der Identifikation nicht drehen, obwohl das Lastmoment kleiner als das Nennmoment ist, wurde der Startwert für die Hauptinduktivität evtl. zu groß berechnet. Dann muss der Wert in dr19 verringert und mit der Einzelmessung (dr54=8), die Identifikation erneut gestartet werden.

5.2.17.5 EMK Identifikation (im Leerlauf)

Die Gegenspannung EMK (dr14) des Motors lässt sich nur ermitteln, wenn der Motor sich frei drehen kann.
Der Drehzahlsollwert wird über dr44 (Defaultwert = 65% von der Nenndrehzahl) festgelegt.
Die Rampen werden in co48..co60 bestimmt.

Mit der Auswahl dr54 „mode“ =1 oder 2, wird (nach Schreiben auf dr99) ein Startwert für die EMK den Motordaten berechnet.

Mit dr54 „mode“ = 1 wird die EMK anschließend real identifiziert

Berechnung des Startwertes:

gegeben:	Motornennstrom (dr03) Nennmoment (dr09)
berechnet:	$\text{Startwert der EMK (dr14)} = \frac{\text{Motornennmoment}}{\text{Motornennstrom}} * 85{,}05$

Der Parameter dr14 hat erst Einfluss, wenn die Sättigungskennlinie mo00 „saturation mode“ aktiviert wird, oder die „source“ im ds11“torque mode“ auf 16 = EMF gestellt wurde.

5.2.17.6 SM Induktiviät

Die Induktivität des Synchronmotors kann über zwei Verfahren ermittelt werden.
Ist in dr54 bei “SM ind. mode for all ident“ der Wert 32 = „auto select“ ausgewählt, wird erst das „five step“ Verfahren ausgeführt. Ermittelt dies eine Zeitkonstante < 10ms wird das Ergebnis als nicht ausreichend zuverlässig betrachtet und die Induktivität nach dem „Amplituden-Modulation“-Verfahren identifiziert.

a) „five step“ – Verfahren (dr54 = 4)
Dieses Verfahren nutzt die Sättigung des Motors aus.
Innerhalb weniger ms werden fünf verschiedene Spannungsvektoren auf den Motor geben.
Die zu erreichende Stromhöhe kann über Parameter dd02 vorgeben werden.
Die Höhe der Spannung wird durch Testsprünge ermittelt.

b) „Amplituden Modulation“-Verfahren (dr54=7)
Bei diesem Verfahren wird ein Test-Sinussignal auf den Motor gegeben.
Die Testfrequenz startet mit 1000Hz (DAM, 500Hz).
Sollte der Stromlevel für die Identifikation (auswählbar in dr56) mit dieser Frequenz nicht erreicht werden, reduziert sie sich um die Hälfte.
Bei einigen Motoren ist aufgrund des Testsignals mit einer erheblichen Geräuschentwicklung zu rechnen. Hier sollte der Stromlevel auf z.B. 20% reduziert werden

5.2.17.7 Totzeitkennlinie

Die Identifikation der Totzeitkennlinie sollte nach Identifikation des Ständerwiderstandes geschehen, damit die Ständerwicklung die gleiche Temperatur und somit den gleichen Widerstand aufweist.

Die Parameter is08 „comp limit fact“ und is09 „comp current fact“ müssen vor der Identifikation auf 100% gestellt werden.
Der „comp limit fact“ dient zur Begrenzung der identifizierten Werte.
Durch die Identifikation wird eine Tabelle gefüllt, in der die Kompensationswerte für 4 und 8 kHz abhängig vom Strom abgelegt werden.
Die eingemessenen Werte können mit den Parametern is05 „deadtime index“ und is06 „deadtime coeff“ ausgelesen werden.

5.2.17.8 Mögliche Fehlermeldungen

dr57	ident error info	0x2239
Identifikationsschritt	Wert	Bemerkung
ASM Rotorwiderstand (Rr)	11	Rotorwiderstand außerhalb des Messbereichs
	13	Stromlimit erreicht, keine kleinere Frequenz möglich, aber Phasen-verschiebung nicht im zulässigen Bereich
	14	Spannungsgrenze erreicht, nicht das Stromlimit, Phasenwinkel nicht im zulässigen Bereich, keine kleinere Frequenz möglich
SM Induktivität (Lsd/Lsq)	21	Ld außerhalb des Messbereichs (untere Grenze)
	23	Amplitudenmodulation-Verfahren: Stromlimit erreicht, keine kleinere Frequenz möglich, aber Phasen-verschiebung nicht im zulässigen Bereich
	24	Amplitudenmodulation-Verfahren: Spannungsgrenze erreicht, nicht das Stromlimit, Phasenwinkel nicht im zulässigen Bereich, keine kleinere Frequenz möglich
	28	Lq außerhalb des Messbereichs (obere Grenze)
	29	Lq außerhalb des Messbereichs (untere Grenze)
	32	five step Verfahren: Strom nicht erreicht
	33	five step Verfahren: keine Spannung gefunden, die den Strom innerhalb vorgegebener zeitlichen Grenzen erreichen lässt
ASM Streuinduktivität (sLs)	41	Streuinduktivität außerhalb des Messbereichs (obere Grenze)
	42	Streuinduktivität außerhalb des Messbereichs (untere Grenze)
	43	Stromlimit erreicht, keine kleinere Frequenz möglich, aber Phasen-verschiebung nicht im zulässigen Bereich
	44	Spannungsgrenze erreicht, nicht das Stromlimit, Phasenwinkel nicht im zulässigen Bereich, keine kleinere Frequenz möglich
ASM Hauptinduktivität (Lh)	51	Hauptinduktivität außerhalb des Messbereichs (obere Grenze)
	52	Hauptinduktivität außerhalb des Messbereichs (untere Grenze)
	61	Identifikationsdrehzahl nicht erreicht (Schwingen oder Begrenzung)
SM Gegenspannung (Emk)	55	EMK außerhalb des Messbereichs (obere Grenze)
	56	EMK außerhalb des Messbereichs (untere Grenze)
	61	Identifikationsdrehzahl nicht erreicht (Schwingen oder Begrenzung)
Ständerwiderstand (Rs)	72	Stromistwert ungleich Stromsollwert
	73	Ständerwiderstand außerhalb des Messbereichs (obere Grenze)
	74	Ständerwiderstand außerhalb des Messbereichs (untere Grenze)
Totzeitkompensation	82	Stromistwert ungleich Stromsollwert
Rotorlageerkennung (5-Step Verfahren)	102	Strom nicht erreicht
	105	Informationsgehalt zu gering (dd08<dd07)
Rotorlageerkennung (Hf-Detection Verfahren)	112	Strom nicht erreicht
	115	Informationsgehalt zu gering (dd08<dd07 oder/und dd10<dd09)

5.2.18 Totzeitkompensation

Durch die Totzeiten der Endstufen entsteht eine Verzerrung der Ausgangsspannung, die z.b. bei der Berechnung des Motormodells oder im Spannungs-Frequenz-Kennlinien-Betrieb negative Auswirkungen hat. Durch die Aktivierung der Totzeitkompensation kann diese Verzerrung teilweise kompensiert werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3505	is05	deadtime index	Idx zum Auslesen der Totzeitkompensationskennlinie
0x3506	is06	deadtime coeff	Kompensationskennlinienwerte
0x3507	is07	deadtime comp mode	Auswahl des Kompensationsverfahrens
0x3508	is08	comp limit fact	Anpassung der Totzeitkennlinie (nur für Tests) Werte sollten immer auf 100% stehen
0x3509	is09	comp current fact	

Mit Parameter is07 wird die Art der Kompensation ausgewählt:

is07	deadtime comp mode	0x3507
Wert	Name	Bedeutung
0	off	keine Totzeitkompensation
1	e-function	Totzeitkompensation nach der Default-e-Funktion
2	ident	Totzeitkompensation mit vom Umrichter identifizierter Kennlinie
3	fill with e-function	Rücksetzen der identifizierten Kennlinie auf Standard- (e-Funktions-) Werte

5.2.18.1 Modus „e-function“:

In diesem Modus wird die Totzeitkompensation mit einer im Umrichter abgelegten Funktion durchgeführt.

5.2.18.2 Modus „ident“:

In diesem Modus muss die Identifikation der Totzeitkennlinie über dr54 =1,2 oder 5 vorher durchgeführt worden sein. Die Kompensation erfolgt dann mit der vom Umrichter ermittelten Kennlinie.

5.2.18.3 Modus „fill tab with e-function“:

In diesem Modus wird die Tabelle (is05,is06) mit der e-Funktion gefüllt.

Die Kompensation arbeitet dann wie im Modus „e-funktion“.
Anschließend sollte wieder auf den Modus „ident“ gewechselt werden.
Der Antrieb fährt dann bis zur Identifizierung mit der Default Totzeitkennline.
Wird die Identifikation später noch einmal durchgeführt, braucht der Antrieb nicht mehr umprogrammiert werden.

Mit is08 und is09 kann zu Testzwecken die Kompensationskennlinie modifiziert werden

is08	comp limit fact	0x3508
Wert	Bedeutung	
0,00 .. 200%	Festlegung des Kompensationsgrades 100% => Kompensationswert = Totzeitwert	

is09	comp current fact	0x3509
Wert	Bedeutung	
0,00 .. 200%	Festlegung des Stromes, für den die Totzeitkennlinie aufgenommen wird 100% => der Defaultwert des Umrichters wird genommen	

5.2.19 Schaltfrequenz

5.2.19.1.1 Schaltfrequenzeinstellung

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2021	de33	inverter rated swiching frequency	Nennschaltfrequenz
0x2022	de34	inverter max swiching frequency	maximale Schaltfrequenz (maximal 8 kHz)
0x350A	is10	switching frequency	gewählte Schaltfrequenz
0x3510	is16	min. derating frequency	Untergrenze für die stromabhängige Schaltfrequenz-Reduzierung
0x2C48	ru72	act.switch.freq (kHz)	aktuelle Schaltfrequenz

Im Parameter is10 kann die Schaltfrequenz ausgewählt werden.

is10	switching frequency	0x350A
Wert	Bedeutung	
2,00 .. 8,00 kHz	nur die Werte 2kHz, 4 kHz und 8 kHz (nicht bei allen Umrichtern) sind zur Zeit verfügbar	

Die in der Anleitung angegebenen Werte für den Maximalstrom gelten für die Nenn-Schaltfrequenz (de33).

Der Parameter de34 zeigt die maximale Schaltfrequenz an, die für diesen Umrichter zulässig ist.

Die Untergrenze der Schaltfrequenz ist festgelegt durch den verwendeten Umrichter und die minimale applikationsabhängige Schaltfrequenz (Sinusfilter dr53).

Diese Grenzen haben Priorität vor den Einstellungen von is10 switching frequency oder is16 min. derating frequency.

Bei der erhöhten Schaltfrequenz reduzieren sich die Ausgangs-Frequenz-abhängigen Kurzzeitgrenzströme (siehe Kapitel 3.3.3.2 Überlast Leistungshalbleiter (OL2)).

5.2.19.2 Derating

Beim Einzelachsmodul H6 und bei F6 kann ausgewählt werden, ob bei Überschreitung der Kurzzeitgrenzstöme die Schaltfrequenz automatisch reduziert werden soll, um den Fehler OL2 zu vermeiden.

is16	min. derating frequency	0x3510
Wert	Name	Bedeutung
0	no derating	die Schaltfrequenz wird nicht stromabhängig verändert
2,00	2 kHz	Schaltfrequenzabsenkung bis 2 kHz (wenn zulässig)
4,00	4 kHz	Schaltfrequenzabsenkung bis 4 kHz (wenn zulässig)
8,00	8 kHz	Schaltfrequenzabsenkung bis 8 kHz (wenn zulässig)

Unabhängig von der Einstellung wird die minimale Schaltfrequenz nie unterschritten.
Ist der Wert von is16 größer oder gleich is10 gibt es auch kein „Derating“.

Eine Erhöhung der Schaltfrequenz erfolgt frühestens nach 250ms, wenn zu diesem Zeitpunkt der Strom wieder im zulässigen Bereich ist.

Durch diese Minimalzeit zwischen Reduktion und erneuter Erhöhung soll ein Schwingen des Stromes durch permanenten Schaktfrequenzwechsel verhindert werden.

Die Schaltfrequenz, mit der der Umrichter aktuell arbeitet, wird in ru72 act.switch.freq (kHz) angezeigt.

5.2.20 Stromoffsetabgleich

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x203A	de58	adjust data control	steuert den Abgleich der analogen Messwerte
0x2043	de67	Iu offset control	Abgleichwerte der Phasenströme
0x2044	de68	Iv offset control	
0x2045	de69	Iw offset control	

de58	adjust data control	0x203A
Wert	Name	Bedeutung
0	off	
1	init analog adjust	manuell eingestellte Abgleichwerte werden aktiviert
2	current offset adjust	automatischer einmaliger Stromoffsetabgleich (nur bei Modulation aus)
3	cont current offset adjust	Stromoffsetabgleich wird bei abgeschalteter Modulation automatisch kontinuierlich durchgeführt

5.2.21 Sinusfilter

5.2.21.1 Inbetriebnahme-Hinweise

Wenn ein Sinusfilter zwischen dem Achsmodul und dem Synchronmotor angeschlossen ist, ist keine Identifikation der Motordaten bzw. der Sinusfilterdaten mehr möglich.
Die Kapazität (Cf), würde die erfassten Werte verfälschen.

Somit müssen die Motordaten vor dem Anschluss ermittelt werden.

Die Daten des Filters sind aus dem zugehörigen Datenblatt ersichtlich.

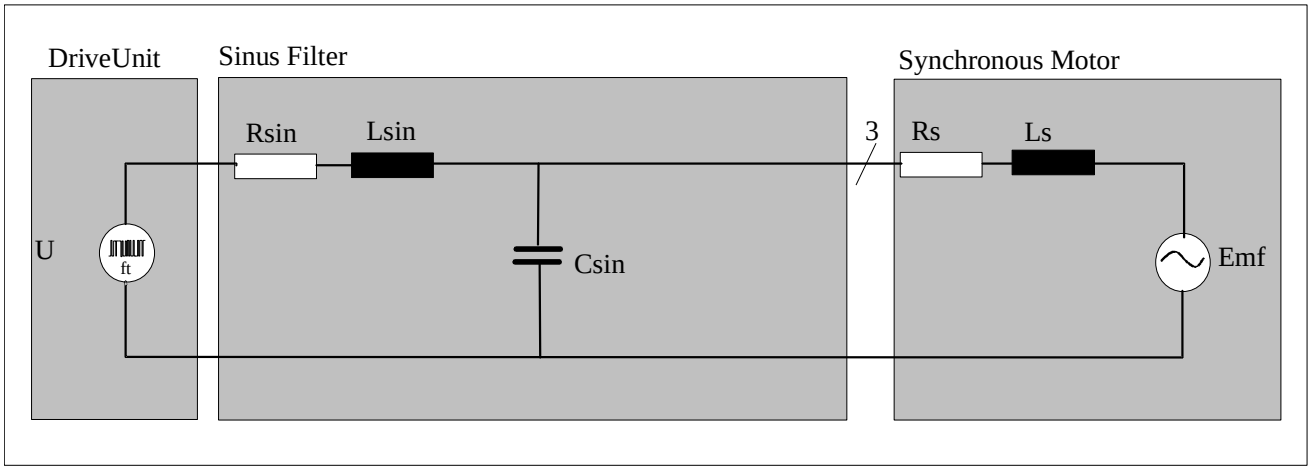
Der entscheidende Wert, ist die aus den Motor/Filterdaten berechnete kritische Frequenz fk (dr64).
Der Strom, der in den Kondensator fließt, wird abhängig von der Ausgangsspannung und Frequenz berechnet und invertiert im Blindstromsollwert vorgeben (nicht möglich beim Spannungs-Frequenz-Kennlinien-Betrieb).

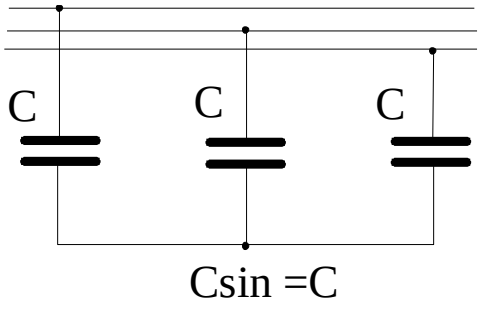
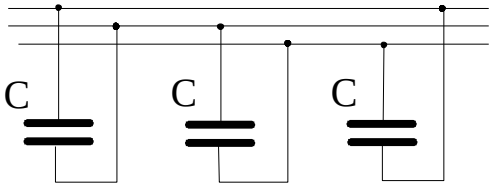
5.2.21.2 Voraussetzungen für den Betrieb eines Sinusfilter

	cs00 Controlmodi				
	ASM		SM		
	FMC/FOC/ASCL	U/f	FMC/FOC/ASCL		U/f
			4kHz	8kHz	
Einachsmodul	nicht in V.1.2	ja	fk < 2kHz fout < 0,8 kHz	fk < 4kHz fout <1,6 kHz	ja
Doppelachsmodul	nein	ja	nein	nein	ja

fout = Ausgangsfrequenz
fk = kritische Frequenz (dr64)

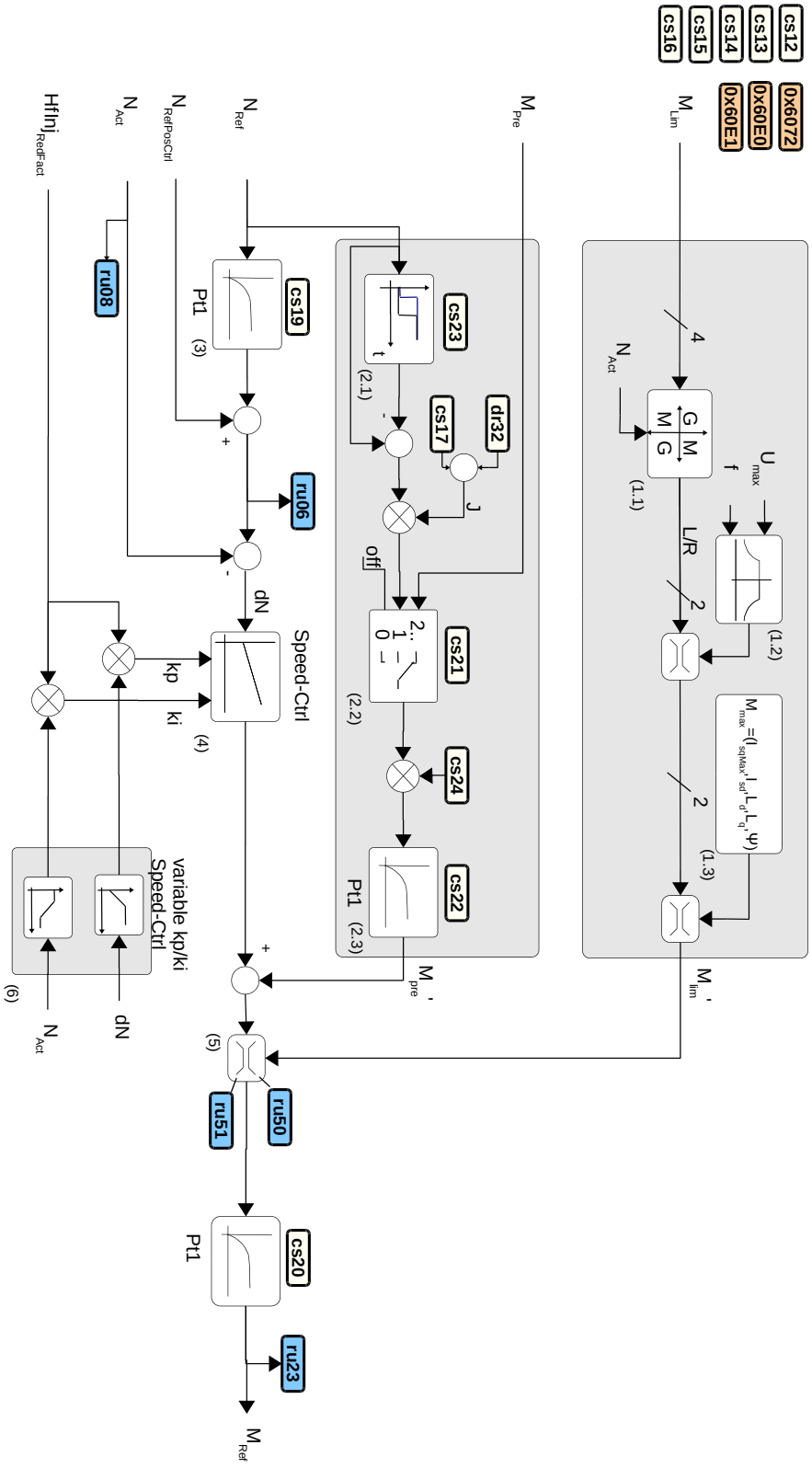
5.2.21.3 Parametrierung



Index	Id-Text	Name	Wert	Beschreibung
Sinusfilter				
0x2231	dr49	sinus filter ind. UV	2 * Lsin	Lsin und Rsin seien die Datenblattwerte für eine Phase des Filters. In dr49 und dr51 muss der verkettete (UV) Wert eingetragen werden. Beispiel: Die Induktivität Lsin beträgt pro Phase 0,2 mH => dann muss dr49 = 0,4 mH parametriert werden
0x2233	dr51	sinus filter res. UV	2 * Rsin	
0x2234	dr52	sinus filter C UV [uF]	Csin / 2	C sei der Kapazitätswert im Datenblatt für eine Phase des Filters In dr52 muss die verkettete Kapazität des Sinusfilter (der Leiterwert UV) = Csin/2 eingetragen werden **Sternschaltung:**  Csin =C **Dreieckschaltung:**  Csin = 3 * C
0x2235	dr53	sinus filter min. switch. freq.		minimale Schaltfrequenz, mit der das Sinusfilter betrieben werden darf (typ. Werte sind 4kHz, 8kHz). Ist die max. Schaltfrequenz (de38) des Umrichters kleiner als dieser Wert sein, wird „error norm motordata“ in dr02 angezeigt. Ansonsten wird die kleinste Schaltfrequenz, die größer oder gleich dr53 ist, verwendet. Die Parametrierung von is10 hat dann keinen Einfluss. Bsp.: is10 = 4kHz dr53 = 8kHz de33 = 8kHz => Schaltfrequenz = 8kHz

Index	Id-Text	Name	Wert	Beschreibung
Bandpass-Filter				
0x2240	dr64	bp filter critical freq. calc.		Zeigt die aus den Motor- / Filter-Daten berechnete kritische Frequenz an. Diese Frequenz wird durch den Bandsperrefilter aus dem Stromsignal gefiltert.
0x2241	dr65	bp filter critical freq set		Der Defaultwert =0 (over dr64) bedeutet, dass die automatisch berechnete kritische Frequenz aus dr64 übernommen wird.
0x2242	dr66	bp filter q-factor		Maß für die Güte des Filters. Defaultwert =0,5. Umso grösser der Wert, desto schmalbandiger die Filtereigenschaft.
0x2409	ds09	bp filter index		Der Defaultwert für ds10 und Index0 ist der Wert=131068 (over dr-para). Das heißt: die Filterparameter des Bandsperrefilters werden für die Frequenz (dr65) und die Güte (dr66) aus den dr Parametern berechnet. Alternativ können die Filterkoeffizienten über ds09 und ds10 direkt vorgegeben werden. Hierdurch lässt sich das Filter mit einer beliebigen Charakteristik einstellen.
0x240A	ds10	bp filter coeff		
Bandpass-Filter Aktivierung				
0x2404	ds04	current mode		Den Bandsperrefilter unbedingt in ds04 Bit 3 „bandpath filter = on“ aktivieren !!!!!!!!

5.3 Drehzahlregler

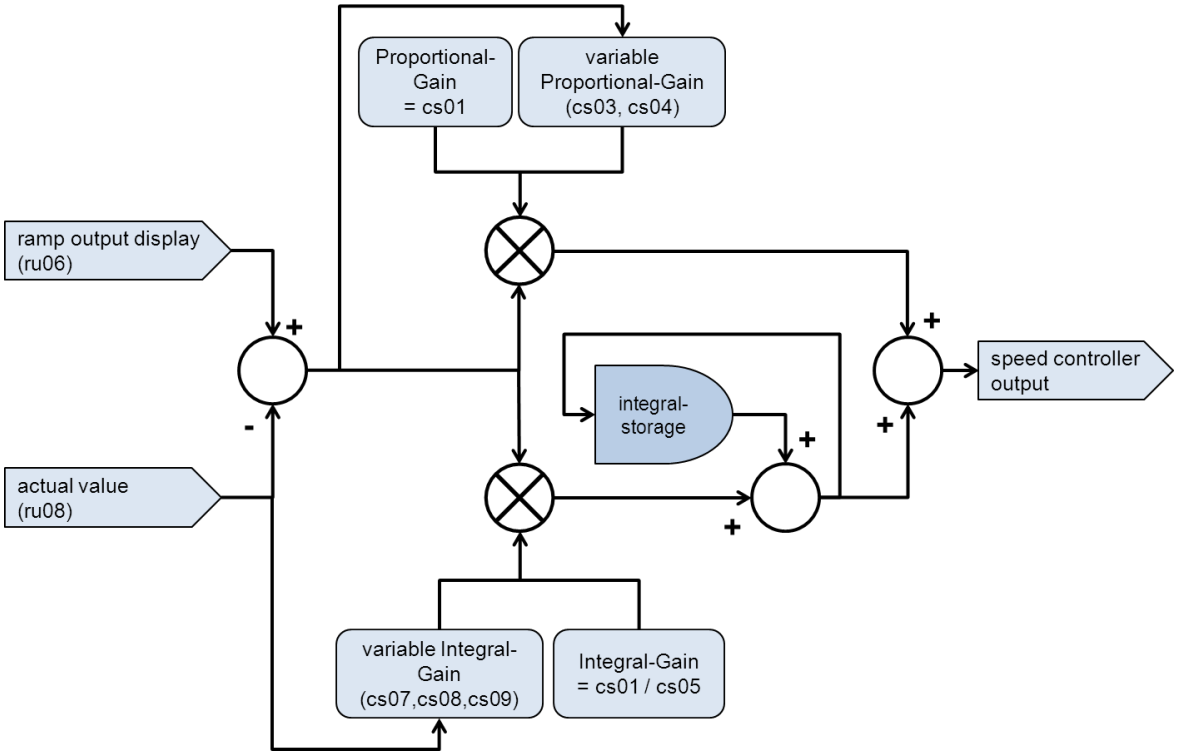


5.3.1 Pi-Drehzahlregler

Bei dem Drehzahlregler handelt es sich um einen PI-Regler der durch seine Gesamtverstärkung (cs01 / gilt für den Proportional- und den Integralanteil) und die Nachstellzeit Tn (cs05) definiert ist.

Aus diesen Parametern wird intern der Proportionalfaktor Kp und Integralfaktor Ki des Reglers berechnet.

Zusätzlich gibt es die Möglichkeit den Proportionalanteil abhängig von der Regeldifferenz und den Integralanteil abhängig von der aktuellen Drehzahl zu beeinflussen.



Um das Führungsverhalten des Antriebs zu verbessern (kleinere Überschwinger, höhere Dynamik), kann der Drehzahlregler bei bekanntem Massenträgheitsmoment vorgesteuert werden.

Die Verstärkung cs01 KP speed und Nachstellzeit cs05 Tn speed des Drehzahlreglers kann vom Antrieb automatisch berechnet werden.
Dazu muss das Massenträgheitsmoment des Gesamtsystems dr32 inertia motor (kg*cm^2)+ starr gekoppelte Last cs17 inertia load (kg*cm^2) eingetragen sein.

cs99	optimisation factor	0x2763
Wert	Anzeige	
19	off	automatische Reglerberechnung deaktiviert
20..100	2,0 .. 10,0	härteste .. weichste automatische Reglereinstellung

Mit dem symmetrischen Optimum cs99 optimisation factor wird bestimmt, welches Regelverhalten durch die berechneten Parameter erreicht werden soll.

Mit cs99 = 2,0 werden die Parameter für eine dynamische, harte Drehzahlregler-Einstellung berechnet.

Störfaktoren - wie z.B. Torsion oder Spiel der Lastankopplung - bewirken aber, dass diese Einstellung oft zu Schwingungen des Gesamtsystems führt.

Mit cs99=10,0 werden die Parameter für eine sehr weiche und träge Drehzahlregler-Einstellung berechnet.

Bei dem geberlosen Betrieb ist eine mögliche Störgröße eine Schwingung der geschätzten Drehzahl. Eine Verlängerung des Filterzeit ds28 (A)SCL filter speed calc. ermöglicht oft eine dynamischere Drehzahlregler-Einstellung, d.h. einen kleineren Wert für cs99.

Bei Betrieb mit Geber muss die Geberauflösung berücksichtigt werden. Umso geringer die Auflösung, desto mehr muss die berechnete Verstärkung reduziert oder die Filterzeiten ec26 speed scan time, ec27 speed PT1 time verlängert werden.

Die Drehzahlregler-Parameter werden mit Schreiben auf cs99 geändert.
Mit Einstellen von cs99 = 19 = off, kann die automatische Vorladung der Drehzahlregler-Parameter deaktiviert werden.
Wird cs01 KP speed oder cs05 Tn speed manuell verstellt, wechselt der Wert von cs99 automatisch auf 19: off = automatische Berechnung deaktiviert.

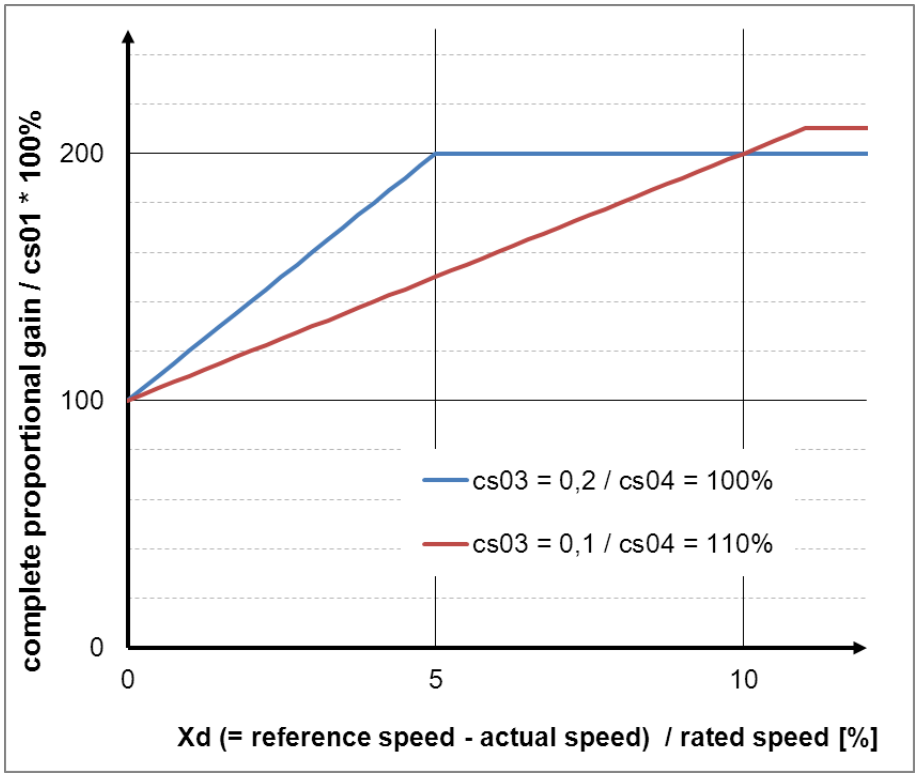
Die Einstellung cs01 = 10.0 = 10 %Mn / rpm bedeutet:
=> bei einer Abweichung der Drehzahl von einer 1 U/min wird vom Regler als Proportionalanteil 10% des Nennmoments des Motors ausgegeben
=> bei einer Abweichung von 10U/min wird das Nennmoment ausgegeben

5.3.2 Variabler Proportionalfaktor (cs03, cs04)

Die Proportional-Verstärkung (Kp) kann proportional zur Regelabweichung vergrößert werden.

Dabei berechnet sich die Gesamt-Proportional-Verstärkung zu:

- variabler Faktor = Regeldifferenz [% Nenndrehzahl] * cs03
- der variable Faktor wird begrenzt durch cs04 speed ctrl limit
- Gesamt-Proportional-Verstärkung = (1 + begrenzter variabler Faktor) * cs01 act. source



- **Beispiel:**

cs01 = 1,2 [%Mn / rpm]
cs03 = 0,5
cs04 = 150%

Solldrehzahl = 100 U/min
Istdrehzahl = 80 U/min
Nenndrehzahl = 2000 U/min

=> Xd = (100 – 80) / 2000 * 100 = 1 % Nenndrehzahl
=> variabler Faktor = 0,5 * 1 = 0,5
=> Begrenzung des Faktors mit cs04 = 1,5 => keine Begrenzung
=> Gesamt-Proportionalverstärkung = (1 + 0,5) * cs01 = 1,5 * 1,2 = 1,8

=> maximale Gesamt-Proportionalverstärkung = (1 + cs04) * cs01 = 2,5 * cs01 = 3

5.3.3 Variabler Integralfaktor

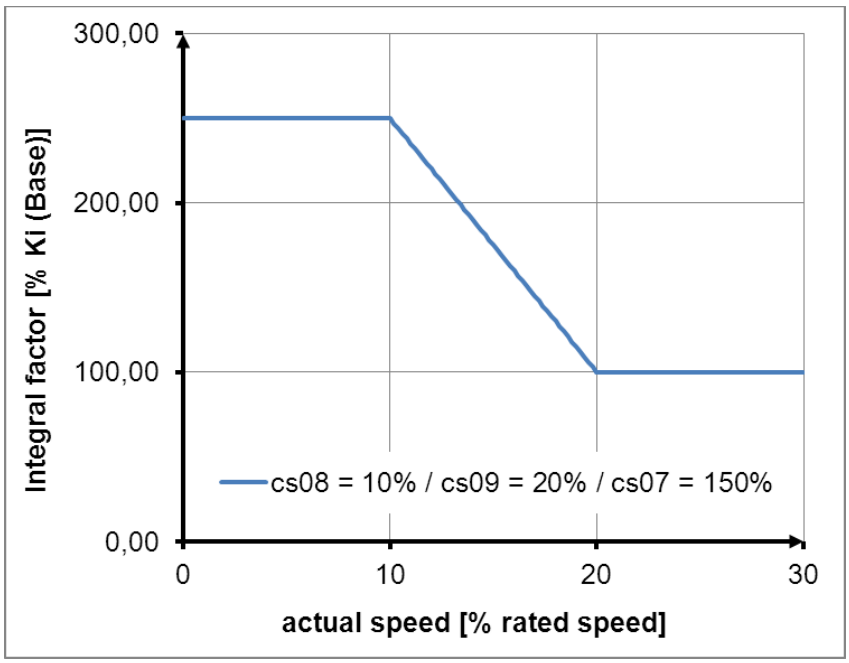
Um eine höhere Stillstands-Steifigkeit zu erreichen kann der Integralfaktor drehzahlabhängig verändert werden.

Der Gesamtintegralfaktor setzt sich zusammen aus:

Ki_{Base} (= cs01 / cs05) und Ki_{Var}

Ki_{Var} ändert sich zwischen cs08 und cs09 von cs07 auf 0

Maximales $Ki_{Max} = Ki_{Base} * (1 + cs07)$



5.3.4 Drehzahlregleranpassung über Prozessdaten

Die Berechnung der regelungsinternen Proportional- / Integralfaktoren kann nicht ausreichend schnell erfolgen, um cs01 und cs05 über Prozessdaten vorgeben zu können.

Um dem Anwender trotzdem die Möglichkeit einer dynamischen Regler-Anpassung über Prozessdaten zu geben, kann der Proportional- und/oder Integralfaktor mit cs25 und cs26 (die über Prozessdaten schreibbar sind) abgeschwächt werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2719	cs25	speed ctrl (KP) adaption	Prozentuale Vorgabe der Regler-Abschwächung [jn 0,1%]. Abhängig von cs27 wirkt cs25 auf Integral- und Proportional- oder nur auf die Proportionalverstärkung.
0x271A	cs26	speed ctrl (KI) adaption	Prozentuale Vorgabe der Regler-Abschwächung [jn 0,1%]. Abhängig von cs27 hat cs26 keine Funktion oder wirkt auf die Integralverstärkung.
0x271B	cs27	speed ctrl KP/KI adapt mode	bestimmt den Einfluss von cs25 und cs26

cs27	speed ctrl KP/KI adapt mode	**0x271B**
Wert	Name	Bedeutung
0	only cs25	cs25 wirkt auf Integral- und Proportionalverstärkung.
1	P=cs25, I=cs26	cs25 wirkt auf Proportional- und cs26 wirkt auf Integralverstärkung

5.3.5 Ermittlung des Massenträgheitsmomentes

Sowohl für die automatische Berechnung der Drehzahlregler-Parameter, wie auch für die Vorsteuerung des Beschleunigungsmoments, benötigt man die Kenntnis des Massenträgheitsmoments der Anlage (=Motor + starr gekoppelte Last).

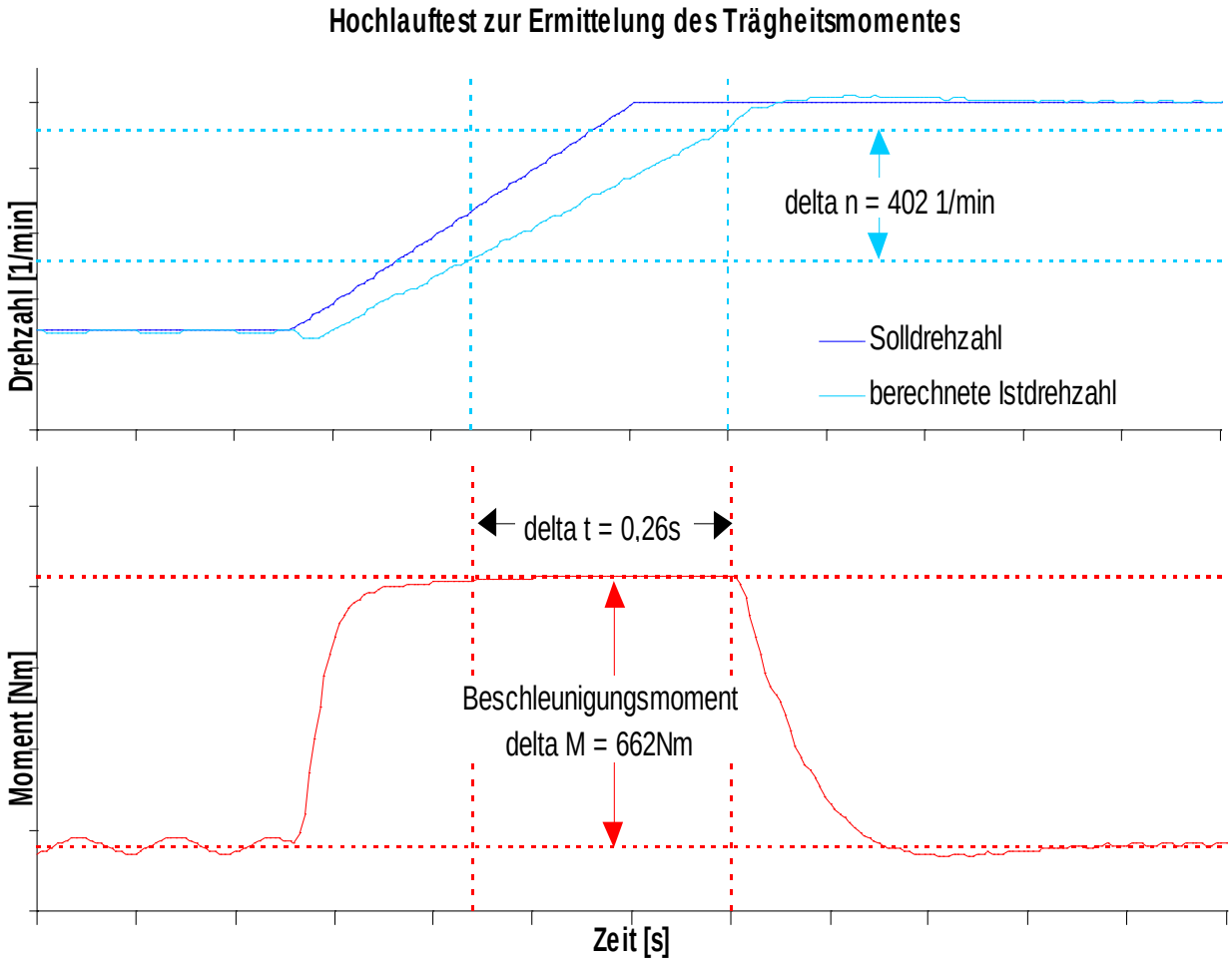
Wenn dieses nicht bekannt ist, kann es durch einen Beschleunigungsversuch ermittelt werden.

Dazu muss die Anlage mit definiertem, konstantem Drehmoment beschleunigt werden. Dabei muss sichergestellt sein, dass durch die Applikation kein nennenswertes, beschleunigungsunabhängiges Lastmoment entsteht.

Es gilt folgende Formel:

$$J\ [kg * cm^2] = 95493 * \Delta M\ [Nm] * {\Delta t\ [s]}\Big/{\Delta n\ [min^{-1}]}$$

- **Beispiel: folgender Hochlauf wurde mit COMBIVIS aufgezeichnet:**

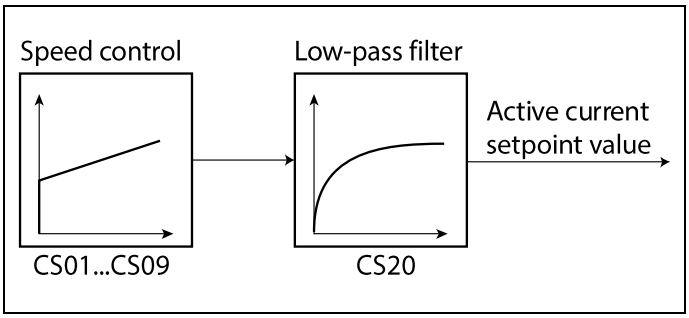


$$J\ [kg * cm^2] = 95493 * 662\ Nm * \frac{0{,}26\ s}{402\ min^{-1}} = 40886\ kgcm^2$$

Um den Einfluss von Reibung aus der Berechnung zu eliminieren, kann man das Trägheitsmoment ein zweites Mal auf gleiche Weise, jedoch durch einen Verzögerungstest, ermitteln. In den Parameter cs17 „Trägheitsmoment (kg cm^2)“ muss dann der Mittelwert der beiden Trägheitsmomente, die beim Hochlauf bzw. bei der Verzögerung ermittelt wurden, eingetragen werden.
Da nur ein Gesamtträgheitsmoment (Motor + Last) ermittelt wird, muss dr32 = 0 gesetzt werden.

5.3.6 Drehzahlregler PT1 Ausgangsfilter

Dem Drehzahlregler ist ein PT1-Tiefpassfilter nachgeschaltet.



Damit können hochfrequente Schwingungen (verursacht z.B. durch Federelemente in der Mechanik des Antriebsstranges) aus dem Wirkstrom-Sollwertsignal herausgefiltert werden.

Die Filterzeit wird in Parameter (cs20 torque limt for.mot.) eingestellt. Eine längere Zeit bewirkt eine stärkere Glättung des Wirkstromsignals, aber auch ein weniger dynamisches Regelverhalten und eine erhöhte Schwingneigung.

5.3.7 Momenten-Vorsteuerung

Wenn das Massenträgheitsmoment eines Antriebs bekannt ist, kann berechnet werden, welches Moment benötigt wird, um den Antrieb zu beschleunigen bzw. zu verzögern.

Zusätzlich kann über co18 torque offset auch von der Steuerung das Moment vorgesteuert werden.

Mit den folgenden Parametern wird diese Funktion definiert.

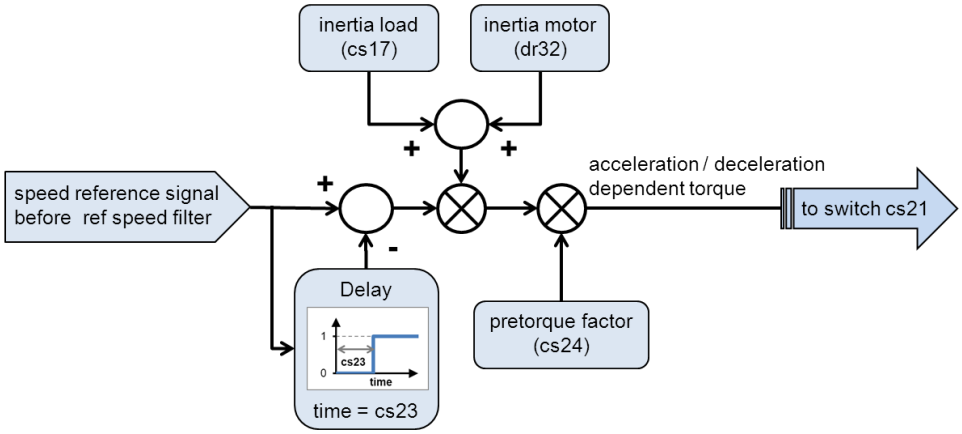
Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2715	cs21	pretorque mode	Auswahl der Quelle für die Momenten-Vorsteuerung
0x2716	cs22	pretorque PT1-time	Filterzeit für Momenten-Vorsteuerung (PT1-Filter)
0x2717	cs23	pretorque delta time	Zeit für Drehzahlsollwert-Differenz-Bildung (nur Mode 1)
0x2718	cs24	pretorque factor	Durchgriff der Vorsteuerung (nur für Mode 1)
0x2512	co18	torque offset	über die Steuerung vorgebbarer Offset (nur für Mode 2)
0x2514	co20	internal pretorque fact	Durchgriff der Vorsteuerung (nur für Mode 2)

5.3.7.1 Momentenvorsteuerung Modus

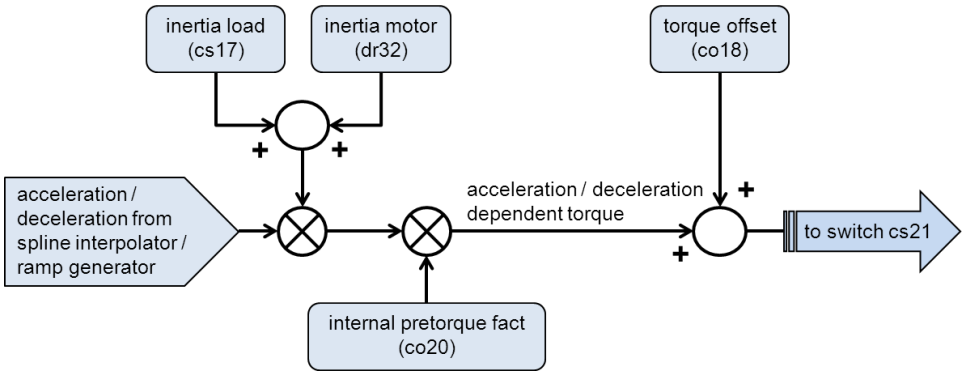
Über cs21 pretorque mode lassen sich verschiedene Modi einstellen:

cs21	pretorque mode	0x2715
Wert	Name	Bedeutung
0	off	keine Vorsteuerung
1	delta speed ref	Modus 1: Die Vorsteuerung wird aus der Solldrehzahl-Differenz in der Zeit cs23 und dem Trägheitsmoment ermittelt
2	reference mode	Modus 2: Die Vorsteuerung wird im Spline-Interpolator bzw im Rampengenerator aus den Beschleunigung-/Verzögerungswerten und dem Trägheitsmoment berechnet. Zusätzlich kann die Steuerung über co18 einen Offset vorgeben

Modus 1: Betriebsartenunabhängig wird die Momentenvorsteuerung immer aus der Differenz des Drehzahlsollwertes mit dem vorherigen Wert gebildet. Durch die Wahl einer größeren Delta-Zeit (cs23 pretorque mode) können Spitzen im Vorsteuersignal reduziert werden. Skalierung is mit cs24 möglich.



Modus 2: Die Momentenvorsteuerung erfolgt direkt aus der aktuellen Betriebsart. Über die Steuerung kann zu diesem Signal ein Offset addiert werden, um z.B. eine zusätzliche, applikationsspezifische Vorsteuerung zu realisieren. Skalierung ist mit co20 möglich.



5.3.7.2 Momentenvorsteuerung Durchgriff

Der Durchgriff der beschleunigungs- / verzögerungsabhängigen Vorsteuerung ist einstellbar. Im Modus 1 muss Parameter cs24 pretorque factor und in Modus 2 Parameter co20 internal pretorque fact verwendet werden.

Nicht immer wird das optimale Regelergebnis mit dem Vorsteuerdurchgriff von 100% erreicht.
Dies liegt teilweise an der Ungenauigkeit bzw. Änderung des Trägheitsmomentes, teilweise aber auch am Verhalten des Gesamt-Regelkreises.
Z.B. kann das benötigte Moment motorisch und generatorisch (z.B. auf Grund von Reibung) bei gleicher Beschleunigung unterschiedlich sein.

Durch eine korrekt eingestellte Vorsteuerung wird aber das Führungsverhalten deutlich verbessert.

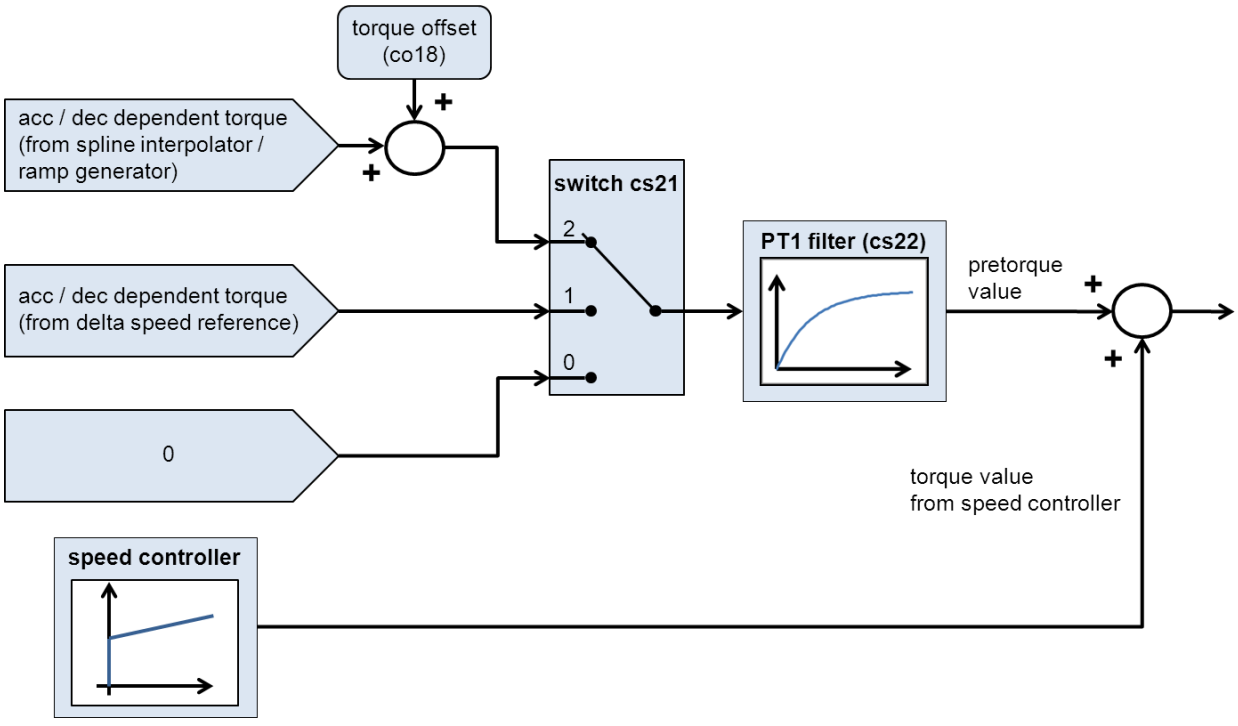
Der Durchgriff für den Momenten-Offset (co18 torque offset) im Modus 2 ist nicht einstellbar, da die von der Steuerung vorgegebenen Werte nicht verfälscht werden sollen.

5.3.7.3 Momentenvorsteuerung Glättung

Momentenspitzen, die durch eine unstetige Drehzahlsollwertvorgabe entstehen, können durch ein Tiefpassfilter verkleinert werden.
Auch hier gilt: je größer die Filterzeit (cs22 pretorque PT1 time), desto besser die Glättung, desto undynamischer und verzögerter aber auch die Vorsteuerung.

Eine zu stark verzögerte Vorsteuerung kann sogar entgegen dem Drehzahlregler-Ausgang arbeiten und zu Schwingungen führen.

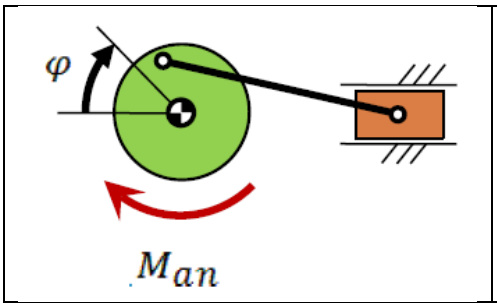
Der Parameter für das Vorsteuerungsfilter gilt für Modus 1 und Modus 2.



5.3.7.4 Nicht lineare Momentenvorsteuerung

5.3.7.4.1 Prinzip

Bei einem Kurbeltrieb z.B. würde die Vorsteuerung proportional zur Beschleunigung nicht zum gewünschten Effekt führen. Hier sind nicht lineare Beziehungen zu beachten.

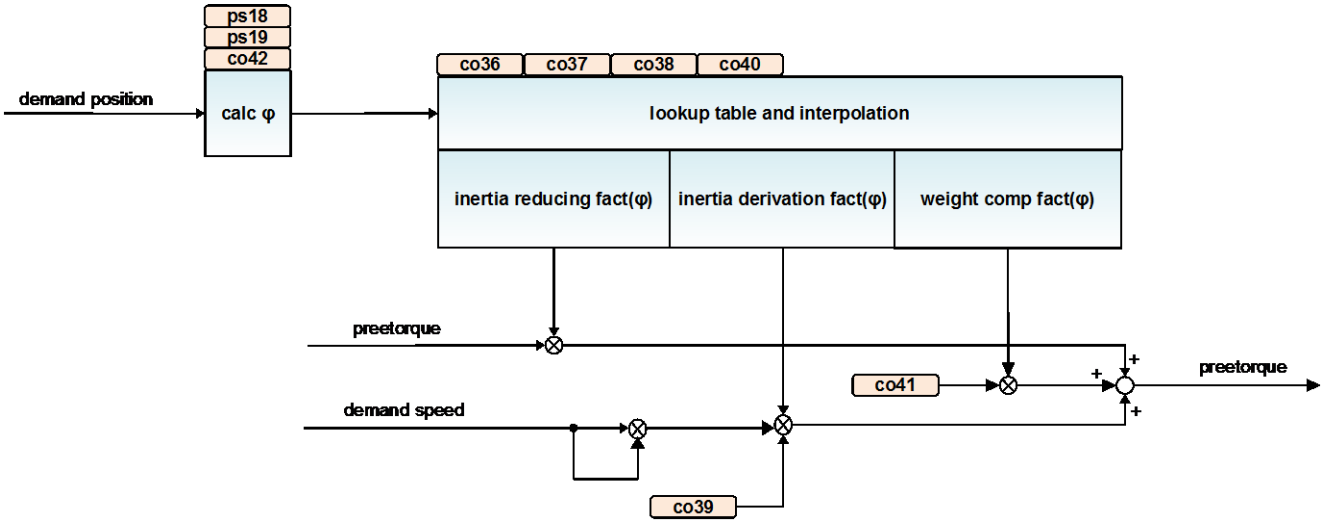


$$M_{an}(\varphi) = M_w(\varphi) + J(\varphi) * \ddot{\varphi} + \frac{1}{2} * J'(\varphi) * \dot{\varphi}^2$$

Index	Id-Text	Name	Bemerkung
0x2524	co36	inertia reducing mode	0 … 15
0x2525	co37	inertia reducing fact	0 … 255 -> 0 … 1,0, Array64
0x2526	co38	inertia derivation fact	-127 … 0 … 127 -> -1 …0…1, Array64
0x2527	co39	derivation norm fact	
0x2528	co40	weight comp fact	-127 … 0 … 127 -> -1…0…1, Array 64
0x2529	co41	weight comp torque	1024 → Mn
0x252A	co42	speed angle offset	0 … 100 ms

co36	inertia reducing mode	
Bit	Name	Bedeutung
0	pretorque reducing	Skalierung der Vorsteuerung mit dem Faktor aus co37(φ)
1	inertia derivation	Modifizierung der Vorsteuerung mit co38(φ) * co39
2	weight compensation	Ausgleich von Gewichtskräften M_w = co40[φ] * co41
3	speed control reducing	Skalierung der Verstärkung des Drehzahlreglers mit dem Faktor aus co37(φ)

Drehzahlregler



Den periodischen Wertebereich für die Positionen muss man dabei mit ps18 und ps19 definieren. Der Winkel φ läuft zwischen diesen beiden Grenzen von 0 bis 2π. Referenzierung ist mit der Homing Funktion möglich.

Der minimale Positionsbereich beträgt hier 2^{10} Inkremente. Bei Bedarf kann man diese Auflösung mit co03 anpassen.

Proportional zum Drehzahlsollwert kann der Winkel φ mit dem co42 korrigiert werden.

Es gibt zwei Arrays mit jeweils 64 Einträgen mit denen man einen Faktor für J(φ) und einen für die erste Ableitung von J‘(φ) vorgeben kann.

co37[1] entspricht dem Winkel φ = 0 und co37[64] entspricht dann dem Winkel

$$\varphi = \frac{2\pi * 63}{64}.$$

Mit den 64 Einträgen von co40 kann eine Kompensation von einer Kraft nur als Funktion des Winkels φ vorgenommen werden.

Im Zeitraster des Drehzahlreglers wird die Vorsteuerung linear aus den Tabellenwerten interpoliert.

Ausgang dieser Funktion ist das Objekt Preetorque das über die aa-Parameter direkt zugänglich ist. Normierung: 1024 -> Motornennmoment

Für die Berechnung der Vorsteuerung wird das Trägheitsmoment von Motor + Last berücksichtigt das virtuell am Motor vorliegt. Lastträgheit nach einem Getriebe muss also entsprechend umgerechnet werden. Das berechnete Vorsteuermoment ist direkt das Moment im Motor. Ein Getriebefaktor ist dabei mit ps35/ps36 berücksichtigt.

Über den co37 kann die bekannte Vorsteuerung Lageabhängig reduziert werden. Ein Wert von 255 (1,0) entspricht dem Wert bei deaktivierter nichtlinearer Vorsteuerung.

Der Anteil der ersten Ableitung von J(φ) wird über den Faktor von co38 * co39 gebildet.

Beispiel: Bei einer Solldrehzahl von 1000min^{-1} soll über den Faktor der ersten Ableitung von Jred(φ) maximal Nennmoment vorgegeben werden.

co38 = 127 das entspricht Faktor 1

$$co39 = \frac{Torque * 2^{22}}{Speed^2}$$

Torque = 1024 Nennmoment des Motors.
Speed = 1000
co39 = 4295

Die Daten für die Arrays co37, co38 und co40 lassen sich aus Simulationsdaten für die aktuelle Applikation ermitteln. Ansonsten gibt es hier noch weiterführende Dokumentation auf Anfrage.

5.3.7.4.2 Skalierung der Verstärkung des Drehzahlreglers

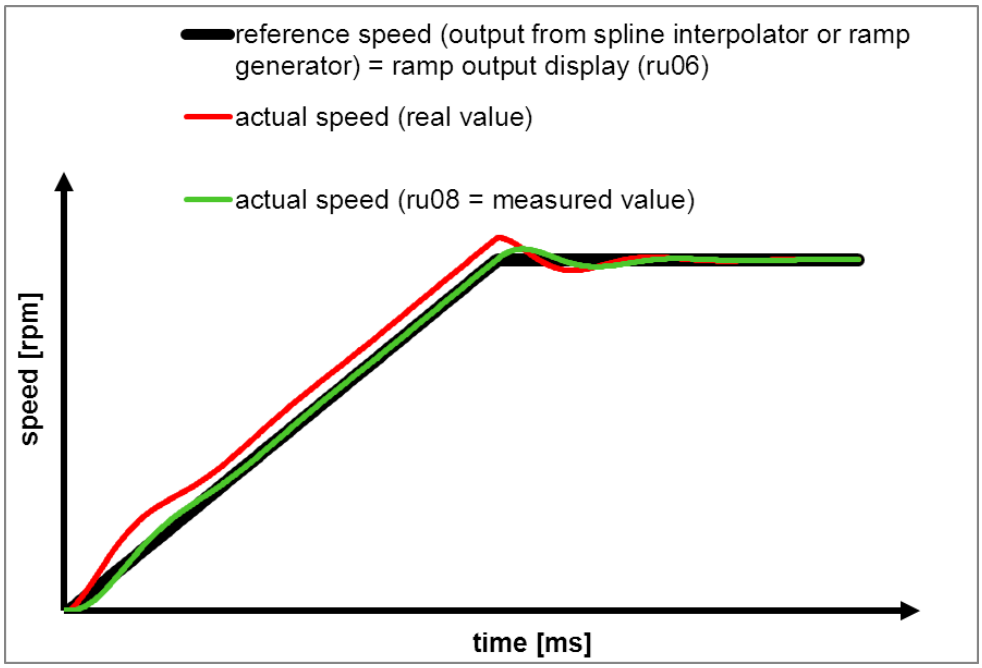
Sobald Werte in das Objekt co37 eingetragen sind, wird auch die Verstärkung des Drehzahlreglers angepasst.
Bei aktiver Homing Funktion oder deaktiviertem Bit 3 in co26 wird die Verstärkung immer mit dem Minimalwert erfolgen. Ansonsten bei aktiviertem Bit 3 mit den interpolierten Werten aus co37.

Gleichzeitig mit den Werten für co37 muss daher auch das Trägheitsmoment dr32+cs17 auf die neuen Maximalwerte gesetzt werden.

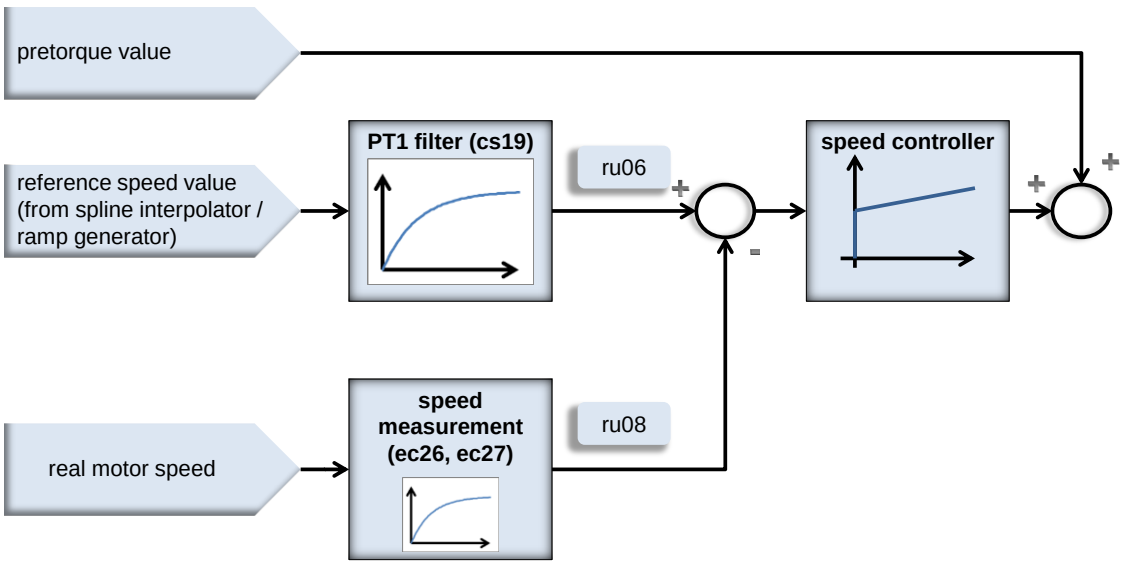
5.3.8 Drehzahlsollwertverzögerung

Bei idealer, absolut korrekter Vorsteuerung würde der Antrieb dem Sollwert auch ohne Drehzahlregler exakt folgen.

Die Drehzahlmessung bewirkt aber immer auch eine Verzögerung des realen Drehzahlistwertes (Scan Time ec26, PT1-Time ec27).
Der Drehzahlregler will diese verzögerte Istdrehzahl gleich dem Drehzahlsollwert regeln und beschleunigt damit stärker als gefordert


reference speed (output from spline interpolator or ramp generator) = ramp output display (ru06)
actual speed (real value)
actual speed (ru08 = measured value)
speed [rpm]
time [ms]

Um diesen Effekt zu vermeiden, ist es sinnvoll die Solldrehzahl für den Drehzahlregler ebenso zu verzögern wie die Istdrehzahl (Filterzeit + Reglerdurchgriffszeit).

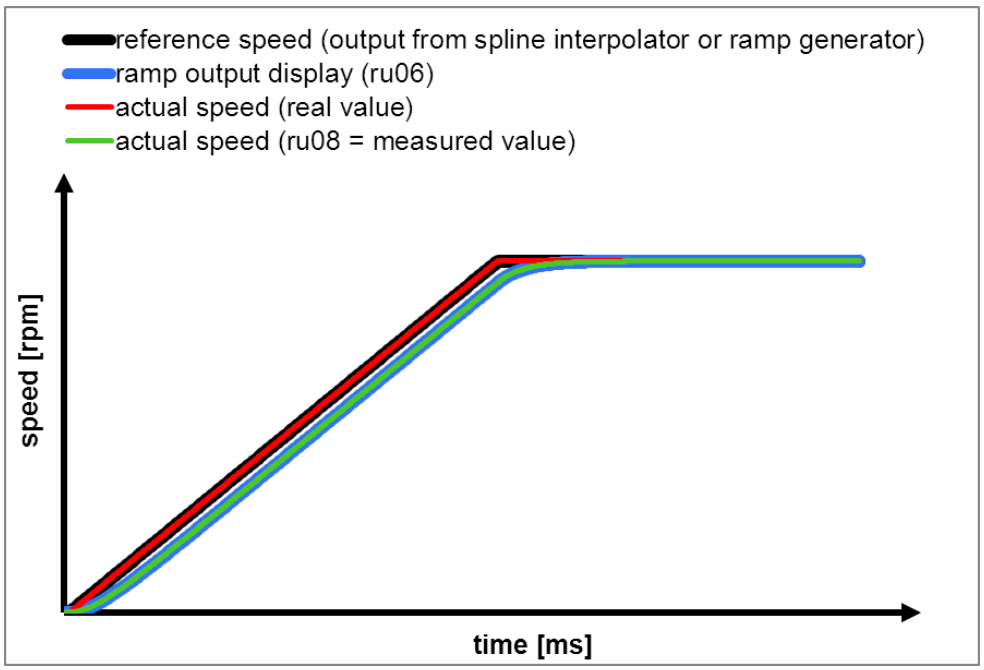


Damit ergibt sich für die ref speed Pt1-time(cs19):

mit Geber	geberloser Betrieb ((A)SCL)
cs19 = ec26 / 2 + ec27 + Td[*1]	cs19 = ds27 + ds28 + Td[*1]

[*1] Reglerdurchgriffszeit Td = 0,5..1,5ms

Somit passen für den Drehzahlregler die Solldrehzahl mit der Istdrehzahl und dem Vorsteuermoment zusammen.
Da beide gleich verzögert werden, passen auch die reale Drehzahl und die Solldrehzahl aus dem Rampengenerator / Spline-Interpolator zusammen.


reference speed (output from spline interpolator or ramp generator)
ramp output display (ru06)
actual speed (real value)
actual speed (ru08 = measured value)
speed [rpm]
time [ms]

Das optimale Verhalten, wie im obigen Bild ist real nie zu erreichen.
Weder die Vorsteuerung noch die Verzögerung können so optimal angepasst werden.
Nachteil der Sollwertverzögerung (bei nicht idealer Vorsteuerung) ist daher, dass der Eingriff des Drehzahlreglers verzögert wird.

Wie in der Abbildung zur Struktur der Lage- und Drehzahlregelung zu sehen gibt es drei Pt1-Glieder mit denen man die drei Regelkreise wie in diesem Kapitel für den Drehzahlregler beschrieben abstimmen kann.

5.4 applikationsabhängige Momentengrenzen

Bei einigen Applikationen ist es nicht gewünscht, das maximal mögliche Moment zu stellen, sondern die Anwendung verlangt andere, prozessbedingte Grenzen (z.B. zum Schutz mechanischer Komponenten).
Diese können über die Parameter cs12…cs16 bzw. über die CIA402 Objekte 6072h, 60E0h und 60E1h eingestellt werden.

KEB Index	Id-Text	KEB Name	CIA 402 Objekt Index	CIA 402 Name
0x270C	cs12	absolute torque	0x6072	max torque
0x270D	cs13	torque limit mot for	0x60E0	positive torque limit value
0x270E	cs14	torque limit mot rev	0x60E1	negative torque limit value

Die Momentengrenzkennlinie, die durch den maximalen Strom und die verfügbare Spannung definiert ist, bleibt als überlagerte Grenze immer aktiv.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x270C	cs12	absolute torque	Max. Moment (gilt in allen Quadranten)
0x270D	cs13	torque limit mot. for	Momentengrenze motorisch, positive Drehzahlen
0x270E	cs14	torque limit mot. rev	Momentengrenze motorisch, negative Drehzahlen -1: Wert wird aus cs13 übernommen
0x270F	cs15	torque limit gen. for	Momentengrenze generatorisch, positive Drehzahlen -1: Wert wird aus cs13 übernommen -2: Wert wird aus cs14 übernommen
0x2710	cs16	torque limit gen. rev	Momentengrenze generatorisch, negative Drehzahlen -1: Wert wird aus cs15 übernommen -2: Wert wird aus cs13 übernommen

Mit Parameter cs12 absolute torque ist es möglich eine absolute Grenze zu definieren, die in der Applikation nicht überschritten werden soll und in allen Betriebsbereichen wirksam ist.

Falls für alle Betriebsbereiche (Rechtslauf, Linkslauf, motorisch und generatorisch) nur eine Grenze benötigt wird, kann dafür der Parameter cs13 torque limit mot. verwendet werden. Die Grenzen cs14.. cs16 müssen dann auf dem Wert -1 stehen.

Werden unterschiedliche Momentengrenzen benötigt, so müssen diese in den Parametern cs14…cs16 (=Drehmomentgrenze für die verschiedenen Betriebsbereiche) eingetragen werden.

Zusätzlich kann für den Nothalt (Fault Reaction Ramp) eine spezielle Momentengrenze eingestellt werden (siehe Kapitel 3.3.1.3 Fehlerreaktions-Momentengrenze).

Beispiel:

Die Steuerung gibt nur die motorische Momentengrenze vor, generatorisch soll die Parametrierung in cs15 torque limit gen. for. für positive und negative Drehzahlen wirksam sein.

- cs12 = 150% , absolute Limitierung
- cs13 (motorisch rechts) wird über die Busadresse 270Eh vorgegeben (Wert 1000 => 100% => Mn)
- cs14 (motorisch links) = -1:mot.forward = cs13
- cs15 (generatorisch rechts) = 90%
- cs16 (generatorisch links) = -1:gen. forward = cs15

5.5 Lageregelung

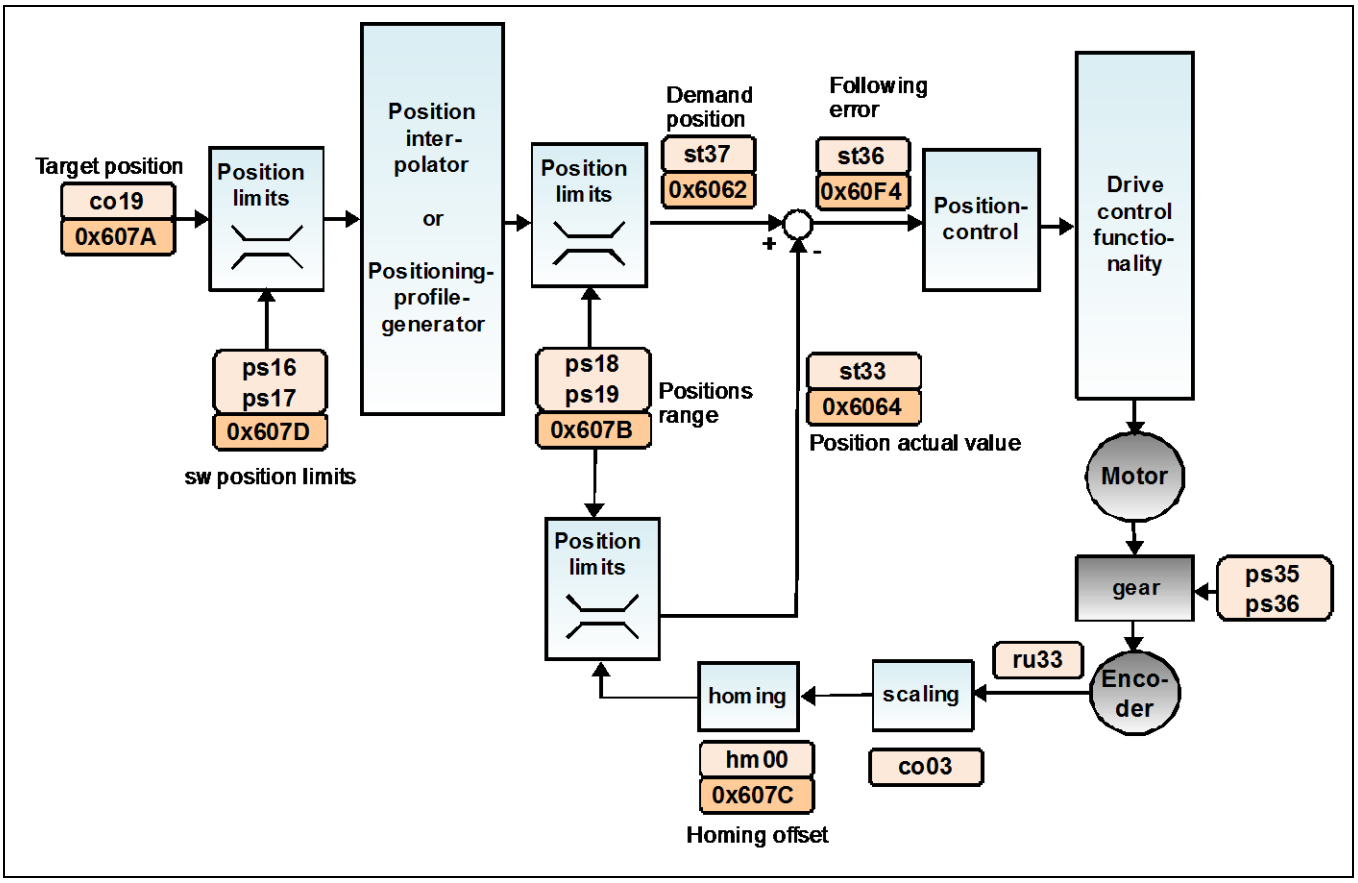
5.5.1 Positionswerte

Folgende Parameter enthalten Positionswerte:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C21	ru33	position actual value	direkter Lagewert vom Geber
0x2513	co19	target position	Sollpositionsvorgabe
0x2125	st37	demand position	interne Sollposition
0X2121	st33	position actual value	Positionsistwert
0x2124	st36	following error	aktueller Schleppfehler
0x2E0C	ps12	following error window	erlaubtes Schleppfehler-Fenster
0x2E0E	ps14	positioning window	Zielfenster
0x2E10 / 0x2E11	ps16 / ps17	sw position limit pos / neg	Positions-Sollwert-Begrenzung
0x2E12 / 0x2E13	ps18 / ps19	min / max position range limit	Positions-Wertebereichs-Begrenzung

Die Auflösung aller Positionswerte bis auf ru33 position actual value ist durch co03 position rot.scale (bit) definiert.

Die Parameter st33 position actual value und st37 demand position werden durch die Referenzierung und die Positions-Wertebereichsgrenzen (ps18 / ps19) beeinflusst.



5.5.1.1 Auflösung der Positionswerte

Die Anzahl der Inkremente pro Lagegeberumdrehung kann in co03 position rot.scale (bit) eingestellt werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2503	co03	position rot.scale (bit)	Positionsauflösung für eine Umdrehung des Lagegebers

Die Positionsauflösung für eine Umdrehung wird hier eingestellt.
Der Defaultwert von 16 (Bit) entspricht einer Auflösung von 65536 Inkrementen pro Umdrehung.

Da alle Objekte für die Positionen 32 Bit-Werte sind, ergibt sich die maximale Anzahl der darstellbaren / einstellbaren ganzen Umdrehungen ebenfalls aus co03.

Maximale ganze Umdrehungen des Lagegebers: $\pm 2^{(31 - co03)}$

5.5.1.2 Software-Positionsgrenzen

Die Grenzen für die Sollposition (ps16 sw position limit pos und ps17 sw position limit neg) werden beim Start der Positionierung überprüft.
Liegt der Sollwert außerhalb dieser Grenzen wird die Positionierung nicht ausgeführt.

Will man einen kontinuierlichen Betrieb über die Grenzen des 32Bit Wertebereiches zulassen (kontinuierliche Positionierung in eine Drehrichtung), muss ps16 sw position limit pos auf den Maximalwert und ps17 auf den Minimalwert gesetzt werden.

Die Positionsgrenzen werden ebenfalls bei aktivem Drehzahlsollwert vl20 / vl21 überwacht. Erreicht der Antrieb die Softwareendlagen, verzögert er an der Rampe aus den pn-Parametern auf Drehzahl 0.

ps16	**sw position limit pos**	**0x2E10**
ps17	**sw position limit neg**	**0x2E11**
Wert	Bedeutung	
$+(2^{31} – 1)$ .. $-(2^{31} – 1)$	Sollpositionsgrenzen	

5.5.1.3 Positions-Wertebereichsgrenzen

Mit dem Positionswertebereichsgrenzen ps18 min. position range limit und ps19 max. position range limit kann der Wertebereich der Positionssoll- und Istwerte eingeschränkt werden. Die interne Sollposition st37 demand position schlägt am Maximalwert über und beginnt wieder beim Minimalwert.

Der neue Wert berechnet sich wie folgt:
st37 (nach Begrenzung) = st37 (vor Begrenzung) - Maximalwert + Minimalwert

Entsprechend schlägt die interne Sollposition beim Unterschreiten des Minimalwertes über.

Genau so gilt für die Istposition:
Überschreitet st33 position actual value die Grenze von ps19 wird der interne Wert von hm09 so verändert das st33 wieder bei der unteren Grenze von ps18 min. position range limit beginnt. In der negativen Richtung entsprechend.

Diese Positionsbegrenzung wird nach außen nur auf st33 und st37 abgebildet. Alle anderen Positionen werden von den Grenzen nicht beeinflusst.

5.5.1.4 Überwachung der Wertebereiche

Einige interne Werte sind von verschiedenen Objekten abhängig. Hier kann man bei Parametrierung eines Objektes nicht entscheiden, ob der Wert gültig ist oder nicht, da dies erst nach Vorgabe aller relevanten Parameter entschieden werden kann.
Die einzelne Parametervorgabe darf also nicht durch Data Invalid abgelehnt werden.

Um nach Abschluss der Parametrierung des Positions-Wertebereiches kontrollieren zu können, ob die internen Werte alle innerhalb eines gültigen Bereiches liegen, gibt es den Parameter ps22. In diesem wird das Ergebnis der internen Normierungen angezeigt.

Für einen störungsfreien Betrieb sollte in ps22 immer 0:coherently stehen.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2E16	**ps22**	**posi setup state**	Überwachung interner Wertebereiche

ps22	**posi setup state**	
Bit	Name	Bedeutung
0	position range too small	Die positon range (ps19 – ps18) hat den Minimalwert von 1024 unterschritten.
1	position range too large	Die position range (ps19 – ps18) ist größer als 2^{31}.

5.5.2 Lageregler

In der Betriebsart Cyclic synchronous position mode und auch im Profile positioning mode ist der Lageregler mit ps01 KP position controller und ps10 position ctrl limit % aktiv.

Er wird mit folgenden Parametern definiert:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2E01	ps01	KP position controller	Proportionalverstärkung des Lagereglers
0x2E0A	ps10	position control limit %	Begrenzung des Ausgangs-Signals des Lagereglers in % der Motornenndrehzahl
0x2504	co04	position source	Auswahl der Quelle für das Lagesignal
0x2E23	ps35	feed forward speed num	Definition des Getriebefaktors zwischen dem Lagegeber und dem Motor
0x2E24	ps36	feed forward speed denum	

5.5.2.1 P - Regler

ps01	KP position controller	0x2E01
Wert	Bedeutung	
0,0 .. 6500,0 1/min	Verstärkungsfaktor	

Da die Regelstrecke ein integrales Verhalten hat, ist der Lageregler ein reiner P-Regler. Der Verstärkungsfaktor ps01 KP position controller ist so normiert, dass eine Winkeldifferenz von einer Umdrehung des Lagegebers den in ps01 angegeben Drehzahsollwert für den Lagegeber erzeugt. Zur Umrechnung in den Motor-Drehzahlsollwert wird der Getriebefaktor (ps35 / ps36) berücksichtigt.

Mit ps10 wird der maximale Durchgriff des Lagereglers festgelegt:

ps10	position ctrl limit %	0x2E0A
Wert	Bedeutung	
0,0 .. 1000,0 %	maximales Ausgangssignal des Lagereglers in % der Motornenndrehzahl	

Der Begrenzungswert definiert die maximale Drehzahl, die der Lageregler auf die Vorsteuerdrehzahl (aus dem Rampengenerator oder Spline-Interpolator) addieren darf.

Die Angabe ist schon die Motordrehzahl, der Getriebefaktor (ps35 / ps36) wird nicht mehr berücksichtigt.

5.5.2.2 Lageregler-Quelle

Die Quelle für die Lageinformation wird mit co04 position source festgelegt:

co04	position source	0x2504
Wert	Name	Bedeutung
0	channel A	Geberkanal 1 (Motorgeber bei Drehzahlregelung mit Encoder)
1	channel B	Geberkanal 2
2	estimated position	geschätzte Position aus dem Motormodell

Die Lageregelung kann dabei - umschaltbar mit co04 position source - über den Geber am Motor oder über einen zweiten Geber oder die geschätzte Lage des Motormodells erfolgen.

5.5.2.3 Lageregler-Getriebefaktor

Ein Getriebefaktor zwischen der Lageerfassung und dem Antrieb wird mit ps35 und ps36 ausgeglichen. Dieser Getriebefaktor beeinflusst in erster Linie die Vorsteuerung in den Betriebsarten mit aktivem Lageregler.

ps35	feed forward speed num	0x2E23
Wert	Bedeutung	
$+(2^{30} - 1)$ .. -2^{30}	Getriebefaktor Zähler	

ps36	feed forward speed denum	0x2E24
Wert	Bedeutung	
1 .. $+(2^{30} - 1)$	Getriebefaktor Nenner	

5.5.3 Zyklische Referenzierung

Der Wertebereich des Rundtisches kann beim Überfahren des durch hm08 home switch source definierten Home switch referenziert werden. Dabei wird bei positiver Drehrichtung die positive Flanke des Initiators ausgewählt und bei negativer Drehrichtung die negative Flanke des Initiators.

Aktiviert wird diese Funktion dadurch, dass in ps20 range ref window ein Wert ungleich null vorgegeben wird.

Die Referenzierung wird nur ausgeführt, wenn sich die Flanke in dem durch ps20 definiertem Fenster befindet. Bei gültiger Flanke wird der interne Positionsoffset hm09 so modifiziert, dass die Istposition st33 position actual value beim Auftreten der Flanke dem durch hm00 homing offset vorgegebenen Referenzwert zugewiesen bekommt.

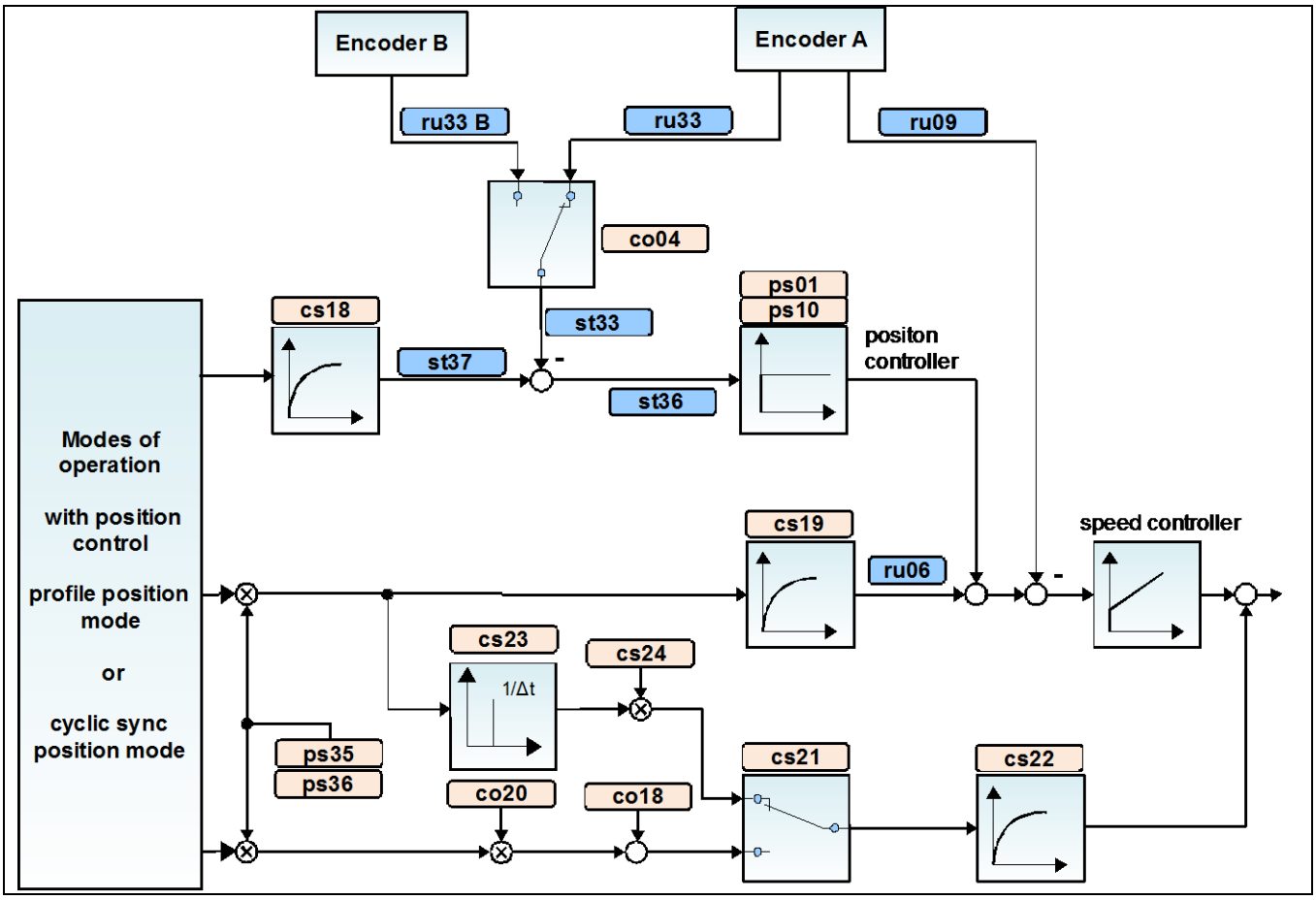
Umgekehrt wird in ps21 ein Fehlerzähler erhöht, wenn das durch ps20 range ref window definierte Fenster durchfahren wurde, ohne dass ein Initiator erkannt wurde.
Der Fehlerzähler wird bei gültigem Initiator wieder zurückgesetzt.

Sinnvoll zum ersten Referenzieren ist der Homing Mode mit der Method 18, um hier die gleiche mechanische Position zu erreichen, die dann auch bei der zyklischen Referenzierung genutzt wird.

5.5.4 Schleppfehler

In allen Betriebsarten mit aktivem Lageregler kann der Schleppfehler st36 following error überwacht werden. Wenn die Grenze von ps12 following error window überschritten ist und zusätzlich die mit ps13 following error time out vorgegebene Zeit abgelaufen ist wird Bit 13 following error im Statuswort gesetzt.

5.6 Struktur Lage- / Drehzahlregelung



6 I/O-Funktionen

6.1 Digitale Eingänge

6.1.1 Übersicht

Das H6 Achsmodul hat folgende digitale Eingänge:

Anzahl	Beschreibung
4	Digitale Eingänge auf der Klemmleiste des Controlboards (I1…I4)
1	auf dem Sicherheitsmodel zur Modulationsfreigabe/Treiberversorgung (ST)
1	Supply Error, wird nur durch die AFE bzw. SupplyUnit gesetzt (SEC)
1	Error Chain (EC)
4	Virtuelle Eingänge (IA…ID, sind fest den virtuellen Ausgängen (OA…OD) zugeordnet)

Der F6 Umrichter hat folgende digitale Eingänge:

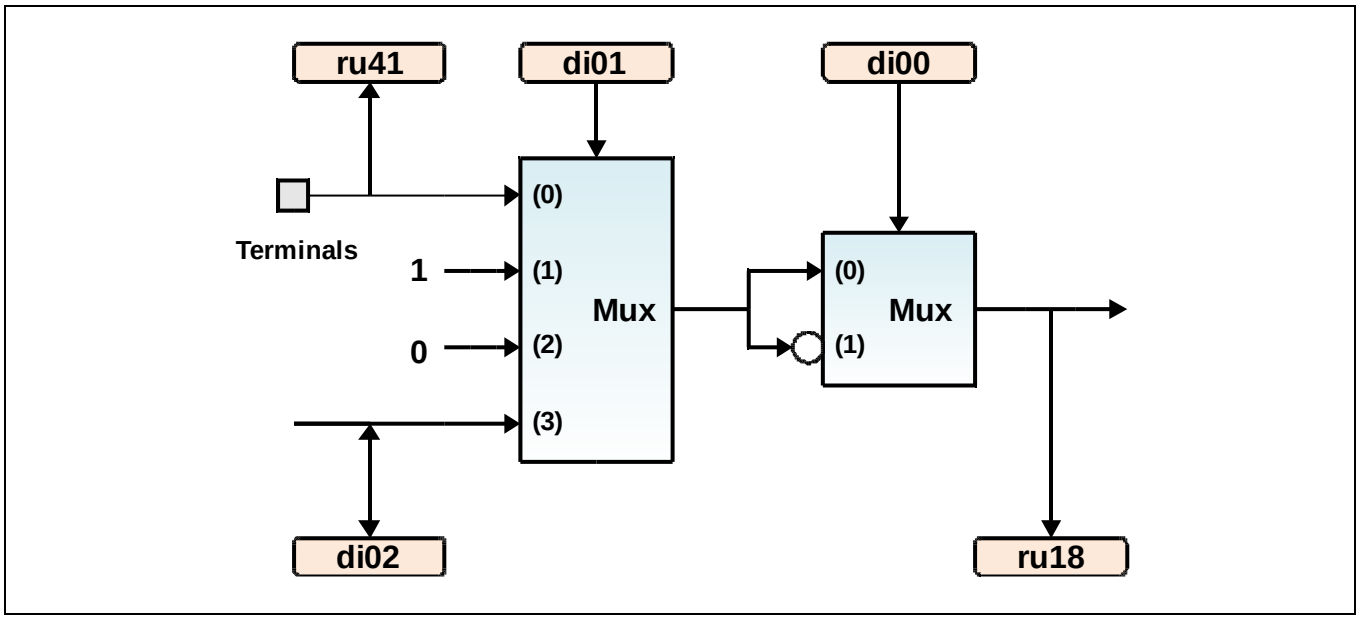
Anzahl	Beschreibung
8	Digitale Eingänge auf der Klemmleiste des Controlboards (I1…I8)
1	auf dem Sicherheitsmodel zur Modulationsfreigabe/Treiberversorgung (ST)
4	Virtuelle Eingänge (IA…ID, sind fest den virtuellen Ausgängen (OA…OD) zugeordnet)

Das interne Abbild der digitalen Eingänge kann entweder von der Klemmleiste eingelesen werden, oder alternativ über das Objekt di02 dig. input ext. src. vorgegeben werden.

Zusätzlich können die Eingänge fest auf 0 oder 1 gelegt werden.

Die Auswahl der Quelle erfolgt über das Objekt di01 dig. input src. sel..
Das Ergebnis der Auswahl kann über di00 dig. input logic invertiert werden.

Blockschaltbild:



6.1.2 Klemmenstatus

Der Klemmenstatus kann über das Objekt ru41 ausgelesen werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C28	ru41	dig. input terminal state	Anzeige des Klemmenstatus

Die Bedeutung der einzelnen Bits in ru41 dig. input terminal state ist wie folgt definiert:

	ru41		dig. input terminal state	0x2C29
	Wert	Bit	Name	Funktion
H6	1	0	I1	Hardware Eingangsklemme Î1
	2	1	I2	Hardware Eingangsklemme I2
	4	2	I3	Hardware Eingangsklemme I3
	8	3	I4	Hardware Eingangsklemme I4
	16	4	IA	Virtueller Eingang (von virtuellem Ausgang OA)
	32	5	IB	Virtueller Eingang (von virtuellem Ausgang OB)
	64	6	IC	Virtueller Eingang (von virtuellem Ausgang OC)
	128	7	ID	Virtueller Eingang (von virtuellem Ausgang OD)
		8…12		reserviert
	8192	13	ST	Reglerfreigabe vom Sicherheitsmodul
	16384	14	SEC	Freigabesignal der Vorladeeinrichtung (0 = Vorladung abgeschlossen, Freigabe)
	32768	15	EC	Fehlerkette (0 = Fehlersignal liegt an)

	ru41		dig. input terminal state	0x2C29
	Wert	Bit	Name	Funktion
F6	1	0	I1	Hardware Eingangsklemme Î1
	2	1	I2	Hardware Eingangsklemme I2
	4	2	I3	Hardware Eingangsklemme I3
	8	3	I4	Hardware Eingangsklemme I4
	16	4	I5	
	32	5	I6	
	64	6	I7	
	128	7	I8	
	256	8	IA	Virtueller Eingang (von virtuellem Ausgang OA)
	512	9	IB	Virtueller Eingang (von virtuellem Ausgang OB)
	1024	10	IC	Virtueller Eingang (von virtuellem Ausgang OC)
	2048	11	ID	Virtueller Eingang (von virtuellem Ausgang OD)
	4096	12		reserviert
	8192	13	STO	Reglerfreigabe vom Sicherheitsmodul

Eine 1 bedeutet der Eingang ist auf High Pegel (24V).

6.1.3 Auswahl der Eingangsquelle

Die Quelle für den internen Klemmenstatus kann über das Objekt di01 dig. input src. sel. ausgewählt werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3201	di01	dig. input src. sel.	Auswahl der Quelle des internen Klemmenstatus

Für die Eingänge I1…I4/I8, IA…ID und EC und SEC kann hier aus 4 Quellen ausgewählt werden.
Für den Eingang ST wird als Quelle immer die Klemmleiste verwendet.

Die Auswahl der Quelle erfolgt für jeden Eingang über 2 aufeinander folgende Bits in di01 dig. input src. sel. Die Bedeutung dieser Quellenauswahl ist für jeden Eingang identisch.

di01	dig. input src. sel.			0x2601
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Funktion
H6 0..1 2..3 4..5 6..7 8..9 10..11 12..13 14..15 28..29 30..31 **F6** 0…1 2…3 4…5 6…7 8…9 10…11 12…13 14…15 16...17 18,,,19 20...21 22...23	---------- I1 source I2 source I3 source I4 source IA source IB source IC source ID source SEC source EC cource ---------- I1 source I2 source I3 source I4 source I5 source I6 source I7 source I8 source IA source IB source IC source ID source	0	term.	Eingangsstatus wird von der Klemmleiste übernommen
		1	On (1)	Eingangsstatus ist 1
		2	Off (0)	Eingangsstatus ist 0
		3	ext. src.	Eingangsstatus wird aus di02 ermittelt

6.1.4 Externe Vorgabe des Eingangsstatus

Als Quelle für den internen Eingangsstatus (außer Eingang ST) kann auch das Objekt di02 dig. input ext. src verwendet werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3202	di02	dig. input ext. src	Externe Vorgabe des Eingangsstatus
0x60FD		digital inputs	Die oberen 16bit des Objektes entsprechen di02

Die Bedeutung der Bits in di02 dig. input ext. src entspricht ru18 dig. input state.

	Der Wert von di02 wird **nicht** nichtflüchtig gespeichert.

	Für H6 gilt: Nach Power-On ist immer Bit 14 und 15 von di02 gesetzt . Die Steuerung muss mit Schreiben auf di02 die Freigabe anfordern. Es liegt somit in der Verantwortung des Anwenders, dass das SEC Signal erst weggenommen wird, wenn die Aufladung des Zwischenkreises abgeschlossen ist.

6.1.5 Invertierung des Status der digitalen Eingänge.

Der interne Klemmenstatus kann über das Objekt di00 dig. input logic invertiert werden.
Der Status nach der Invertierung kann über das Objekt ru18 dig. input state ausgelesen werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3200	di00	dig. input logic	Invertierung des digitalen Eingangsstatus
0x2C12	ru18	dig. input state	Interner Status der digitalen Eingänge

Es können nur die Eingänge I1..I4/I8 und IA..ID invertiert werden. Eine Invertierung der Eingänge ST, SEC und EC ist nicht möglich.

6.1.6 Time Stamp Function (nur bei H6)

Intern gibt es einen 16 Bit Zähler mit dem sich der genaue Zeitpunkt von Flanken an den Digitaleingängen I1…I4 rekonstruieren lässt.
Auflösung 6,25 MHz, 65535 → 10,49ms

Index	**Id-Text**	**Name**	**Funktion**
0x2c16	ru22	dig. input time stamp	Zeitdifferenz nach der letzten Flanke
Subidx	Funktion		Bemerkungen
1 .. 4	Input 1 .. Input 4		

Es gibt zwei Möglichkeiten den Zähler für die Zeitmessung zu starten.

Index	**Id-Text**	**Name**	**Funktion**
0x3203	di03	time stamp function	Auswahl wann der Zähler starten soll

di03	time stamp function	0x3203
Wert	Klartext	Bemerkung
0	read digital input	Zähler startet,wenn in dem Achsmodul die Digitaleingänge gelesen werden (alle 250us).
1	read process data	Zähler startet, wenn die Prozessdaten aus dem Achsmoduls gelesen werden (alle fb10).

Wert 0 kann z.B. verwendet werden, um die Genauigkeit der fliegenden Referenzierung in der Betriebsart für Rundtische zu erhöhen.

Wert 1 ist gedacht für Anwendungen in der Steuerung um hier den Zeitpunkt von aufgetretenen Flanken genauer zu rekonstruieren. Dabei wird zunächst die eigentliche Flanke des Digitaleinganges in ru18 dig. input state erkannt. Die erkannte Flanke kann dann mit dem Wert von ru22 dig. input time stamp korrigiert werden.

6.1.7 Controlword / Index-Funktionen der digitalen Eingänge (nur F6)

Zentrales Steuerungsobjekt in der H6/ F6 Gerätereihe ist das Steuerwort.

Alle Funktionen, die hier vorhanden sind, können durch di10 … di20 auch mit digitalen Eingängen aktiviert werden. Für RUN und RST existieren mit di10 und di11 vordefinierte Objekte mit denen die entsprechenden Bits im Steuerwort durch Digitaleingänge gesetzt werden können.

CA und CB sind programmierbare Funktionen des Steuerwortes. Mit di12 und di14 werden die Funktionen den Digitaleingängen zugeordnet. Über die mask Objekte wird ausgewählt welche Bits in das Controlword geodert werden.

Wenn mehrere Eingänge für eine Funktion in di10, di11, di12, di14 oder di20 ausgewählt werden sind diese ODER verknüpft.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x320A	di10	RUN input	Bei Aktivem RUN Input wird der Wert 0x000b in das Controlword geodert (=> führt nur zum Status ***operation enabled*** bei co32 Bit 3 = 0)
0x320B	di11	RST input	Bei aktivem RST Input wird der Wert 0x80 (fault reset) in das Controlword geodert.
0x320C	di12	CA input	Bei aktivem CA Input wird die CA mask in das Controlword geodert.
0x320D	di13	CA mask	
0x320E	di14	CB input	Bei aktivem CB Input wird die CB mask in das Controlword geodert.
0x320F	di15	CB mask	
0x3214	di20	REV input	Bei aktivem REV input wird der Sollwert in den Betriebsarten1 und 2 invertiert.
0x3215	di21	Index input	
0x2C3A	ru58	actual index	Aktueller Index der durch di21 definierten Digitaleingänge. Binärkodiert. z.B. für Positionsanwahl.

Sobald einzelne Bits durch di10, di11, di12 und di14 den Digitaleingängen zugeordnet sind können diese nicht mehr direkt über co00 vorgegeben werden.

Ein Schreiben auf co00 verändert aber immer im Augenblick des Schreibens den Wert des Controlwords.
Sind Bit 0,1 und 3 durch den RUN input gesetzt und es findet - z.B. für die Positionierung - ein Schreibzugriff auf co00 statt, so müssen auch in diesem, über den Bus gesendeten Controlword, die Bits entsprechend gesetzt sein.

	Ein Controlword Bit darf immer nur durch **eine** Funktion (RUN [di10], RST [di11], CA [di12/13] oder CB [di14/15]) beeinflusst werden.

6.2 Digitale Ausgänge

6.2.1 Übersicht

Der H6 / F6 Antrieb hat folgende digitale Ausgänge:

	Anzahl	Beschreibung	Bemerkungen
H6 und F6	4	O1…O4	Klemmleiste des Controlboards
	4	OA…OD	Software Ausgänge Sind mit den Digitaleingängen IA-ID verknüpft
nur H6	1	Error Chain (EC)	Wird vom Fehlerhandling angesteuert
	1	Supply Error (SEC)	Wird von den Achsmodulen nur als Eingang verwendet
	1 (bzw. 2 bei Doppelachs)	Bremsenansteue-rung	Wird über das Steuerwort / applikationsspezifisch angesteuert
nur F6	1	STO	Safety-Eingänge aktiv

Die digitalen Ausgänge (O1..O4 und OA..OD) können entweder aus dem Abbild der Komperatorstufe gebildet werden, oder alternativ über das Objekt do10 dig. output ext. src vorgegeben werden.

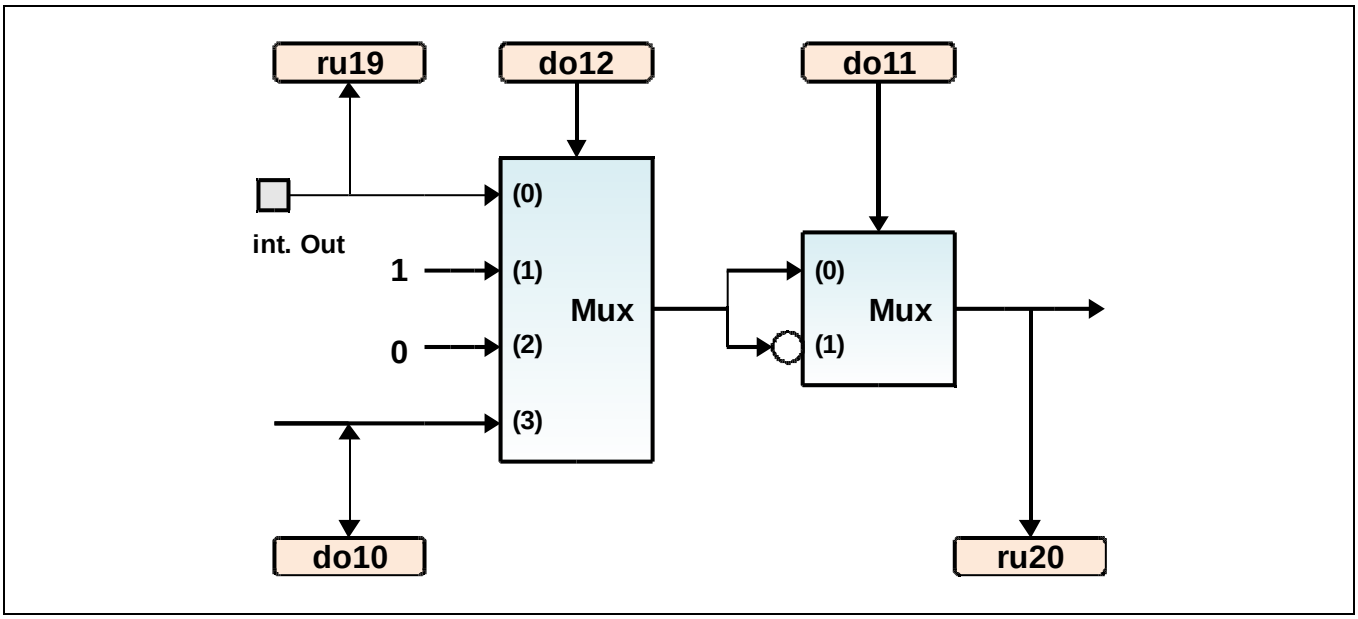
Der Wert von do10 wird **nicht** nichtflüchtig gespeichert.

Zusätzlich können die Ausgänge fest auf 0 oder 1 gelegt werden.
Die Auswahl der Quelle erfolgt über das Objekt do12 dig. output src. sel.

Das Ergebnis der Auswahl kann dann noch über do11 dig. out logic invertiert werden.

Das Ergebnis der Komparatorstufe kann in ru19 internal output state gelesen werden. Der **Status der Ausgänge ist in ru20 verfügbar.**

Blockschaltbild:



6.2.2 Interne digitale Ausgänge

Das Ergebnis der internen Digitalausgänge (= Ergebnis der Komperatorstufe) kann über das Objekt ru19 ausgelesen werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C27	ru19	internal output state	Anzeige der internen digitalen Ausgänge

Die Bedeutung der einzelnen Bits im internal output state ist wie folgt definiert:

ru19	internal output state			0x2C13
Bit	Wert	Name	Funktion	
0	1	O1	Digitale Ausgänge (O1..O4)	
1	2	O2		
2	4	O3		
3	8	O4		
4	16	OA	Virtueller Ausgang (virtueller Eingang IA)	
5	32	OB	Virtueller Ausgang (virtueller Eingang IB)	
6	64	OC	Virtueller Ausgang (virtueller Eingang IC)	
7	128	OD	Virtueller Ausgang (virtueller Eingang ID)	
8…15			reserviert	

Eine 1 bedeutet, der Ausgang ist gesetzt.

6.2.3 Auswahl der Quelle für die digitalen Ausgänge

Die Quelle für den Status der Digitalausgänge kann über das Objekt do12 digital output source selection ausgewählt werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x260C	do12	dig. output src. sel.	Auswahl der Quelle des Ausgangsstatus

Für die Ausgänge O1-O4 und OA-OD kann hier aus 4 Quellen ausgewählt werden.
Die Ausgänge Bremsenansteuerung, SEC und EC beim H6 und STO beim F6 können über die digitale Ausgangslogik nicht beeinflusst werden.

Die Auswahl der Quelle erfolgt für jeden Ausgang über 2 aufeinanderfolgende Bits in do12.

do12	dig. output src. sel.			0x260C
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Funktion
0…1	O1 source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komperatorstufe übernommen
		1	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		2	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		3	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
2…3	O2 source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komperatorstufe übernommen
		4	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		8	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		12	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
4…5	O3 source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komperatorstufe übernommen
		16	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		32	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		48	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
6…7	O4 source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komperatorstufe übernommen
		64	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		128	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		192	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
8…9	OA source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komperatorstufe übernommen
		256	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		512	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		768	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
10…11	OB source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komperatorstufe übernommen
		1024	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		2048	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		3072	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
12…13	OC source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komperatorstufe übernommen
		4096	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		8192	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		12288	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
14…15	OD source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komperatorstufe übernommen
		16384	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		32768	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		49152	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
16…31				reserviert

6.2.4 Externe Vorgabe des Ausgangsstatus

Als Quelle für den Status der Digitalausgänge kann auch das Objekt do10 verwendet werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x260A	do10	dig. output ext. source	Externe Vorgabe des Klemmenstatus

Die Bedeutung der Bits in do10 entspricht ru20.

Der Wert von do10 wird **nicht** nichtflüchtig gespeichert.

6.2.5 Invertierung des Status der digitalen Ausgänge

Der Klemmenstatus kann über das Objekt do11 dig. output logic invertiert werden.
Der Status nach der Invertierung kann über das Objekt ru20 dig. output state ausgelesen werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x260B	do11	dig. output logic	Invertierung des digitalen Ausgangsstatus
0x2C14	ru20	dig. output state	Klemmenstatus der digitalen Ausgänge

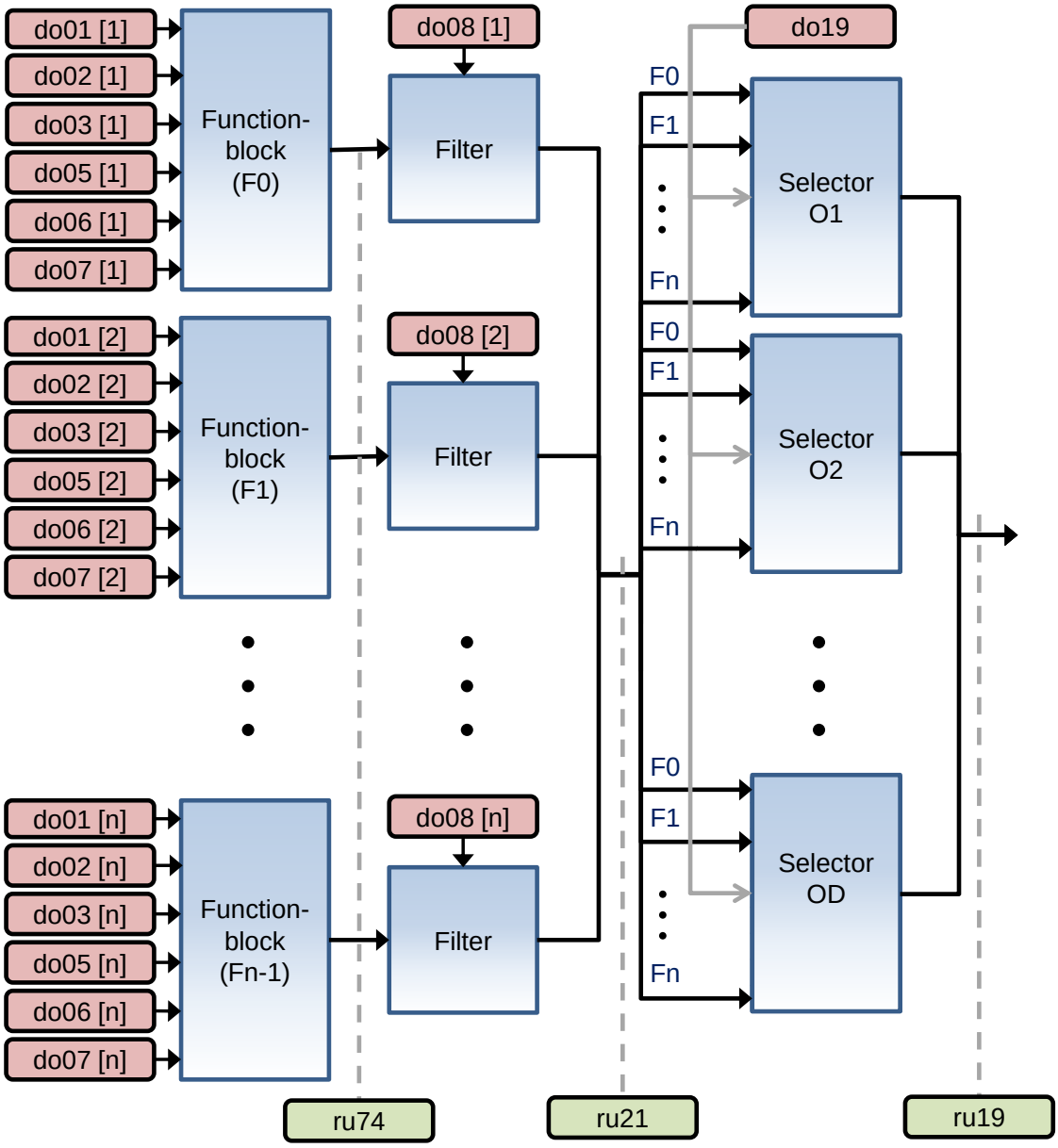
Es können nur dir Bits 0…7 invertiert werden. Eine Invertierung der Ausgänge Bremsenansteuerung, SEC und EC beim H6 oder STO beim F6 ist nicht möglich.

6.2.6 Die Komparatorstufe

6.2.6.1 Übersicht

Die Komperatorstufe wird aus 8 parametrierbaren Funktionsblöcken gebildet, die als Ergebnis jeweils eine 0 (FALSE) oder eine 1 (TRUE) liefern. Die Ergebnisse dieser Funktionsblöcke werden als „Flags“ bezeichnet und können über das Objekt ru74 unfiltered flags state ausgelesen werden. Jeden Funktionsblock ist jeweils ein Filter nachgeschaltet. Die Ergebnisse dieser Filter können über das Objekt ru21 dig. output flags ausgelesen werden. Aus diesen Flags wird, über eine in den Objekten do20…do27 abgebildete Verknüpfung, der interne Ausgangsstatus ru19 gebildet.

Über die Objekte do01 bis do07 können die Funktionsblöcke parametriert werden.



Um die Werte vergleichen zu können, findet intern eine Umnormierung der Operanden auf die Auflösung von Level1 do05 bzw Level2 do06 statt. Dazu ist jedem Parameter in der Operandenliste ein Faktor zugeordnet, indem die Auflösung wie er in COMBIVIS angezeigt wird, berücksichtigt ist.

Beispiel:

Der Scheinstrom ru10 wird in COMBIVIS mit einer Auflösung (0,01) angezeigt. Um ihn mit Level 1 und einer Auflösung (0,0001) vergleichen zu können, wird der interne Wert mit dem Faktor 100 multipliziert. Der interne Wert ist mit der Taste F12 in COMBIVIS in Hexadezimal-Schreibweise sichtbar.

Eine Ausnahme gibt es für bitweise UND/ODER Verknüpfung. Hier wird der interne Wert immer ohne Umnormierung mit der zugewiesenen Bitmaske verglichen.

Dass heißt: wird als Vergleichswert Level 1 = 1,0000 programmiert, so ist die Bitmaske, mit der der andere Operand verglichen wird 2710h.

6.2.6.2 Operandenauswahl

Jeder Funktionsblock kann eine Vergleichsoperation mit 2 Operanden ausführen.
Die Operanden werden über do01 und do02 ausgewählt.

Index	Subidx	Id-Text	Name	Funktion
0x2601	1…8	do01	flag operand A	Operand A für Vergleichsoperation
0x2602	1…8	do02	flag operand B	Operand B für Vergleichsoperation

Folgende Operanden können in do01 flag operand A und do02 flag operand B ausgewählt werden:

do01	flag operand A	0x2601
do02	flag operand B	0x2602

Wert	Klartext	Bemerkung
0	reserved	
1	exception state (ru01)	Fehlercode
2…4	reserved	
5	set value display (ru05)	Solldrehzahl im velocity mode (vor Rampe) [in U/min]
6	ramp out display (ru06)	Drehzahlreglereingangsgröße [in U/min] (Solldrehzahl nach Rampe/Spline/Lageregelung und PT1-Glied)
7	act. frequency (ru07)	Ständerfrequenz [in Hz]
8	act. value (ru.08)	Istdrehzahl für Drehzahlregelung (gemessen oder geschätzt) [in U/min]
9	act. enc. speed (ru09)	Istdrehzahl gemessen von Geber 1 [in U/min]
10	act. app. curr. (ru10)	Scheinstrom [in A]
11	act. active curr. (ru11)	Wirkstrom [in A]
12	act. reactive curr. (ru12)	Magnetisierungsstrom [in A]
13	peak app. curr. (ru13)	Spitzenwert des Scheinstroms [in A]
14	act. Uic voltage (ru14)	Zwischenkreis (DC-Kreis) – Spannung [in V]
15	peak Uic voltage (ru15)	Spitzenwert der Zwischenkreis-Spannung [in V]
16	act. output voltage (ru16)	Ausgangsspannung [in V]
17	modulation grade (ru17)	Modulationsgrad [in %]
18	dig. input state (ru18)	internes Abbild der digitalen Eingänge (nach Verarbeitung)
19	Internal output state (ru19)	Status der internen Digitalausgänge
20	dig. output state (ru20)	Status der Ausgänge (am Ende des Verarbeitungsblocks)
21…22	reserved	
23	reference torque (ru23)	Sollmoment [in % Nennmoment]
24	actual torque (ru24)	Istmoment [in % Nennmoment]
25	int. data 1 (aa34)	interne Date 1 (nur für Testbetrieb)
26	int. data 2 (aa37)	interne Date 2 (nur für Testbetrieb)
27	level 1 (do05)	Vergleichspegel mit 4 Nachkommastellen
28	level 2 (do06)	Vergleichswert ohne Nachkommastellen
29	statemachine display (st12)	Zustand der Statusmaschine
30	controlword (co00)	Wert des Controlwords
31	system counter (st35)	durchlaufender 250us Zähler
32	heatsink temperature (ru25)	Kühlkörpertemperatur [in °C]
33	internal temperature (ru26)	Innenraumtemperatur [in °C] ***(nur für H6)***
34	motor temperature (ru28)	Motortemperatur [in °C] ***(nur bei Einsatz eines KTY-Sensors)***
35	statusword (st00)	Wert des Statusword
36	position actual value (st33)	Istposition nach CIA402-Standard
37	following error (st36)	Schleppfehler nach CIA402-Standard

do01 / do02	flag operand A / flag operand B	Fortsetzung *(nur in neuen Versionen enthalten)*
Wert	Klartext	Bemerkung
38	OL2 counter (ru27)	kurzfristiger Überlastpegel [in %]
39	OL counter (ru29)	langzeitige effektive Umrichterauslastung [in %]
40	motor prot counter (ru32)	Motorschutz-Zähler [in %]
41	act torque limit pos (ru50)	aktuelle resultierende positive Momentengrenze (motorische Grenze bei Rechtslauf / generatorische Grenze bei Linkslauf) [in % Nennmoment]
42	act torque limit neg (ru51)	aktuelle resultierende negative Momentengrenze (generatorische Grenze bei Rechtslauf / motorische Grenze bei Linkslauf) [in % Nennmoment]
43	eff motor load (ru57)	Langzeit-Auslastung des Motors [in %]
44	act switch freq (ru72)	Schaltfrequenz [in kHz]
45	I / ImaxOL2 (ru73)	Motorstrom [in % Kurzzeitgrenzstrom]
nur F6		
46	AN1 value display (ru42)	Analogeingang 1 vor Eingangsstufe [in %]
47	AN1 after gain display (ru43)	Analogeingang 1 nach Eingangsstufe [in %]
48	AN2 value display (ru44)	Analogeingang 2 vor Eingangsstufe [in %]
49	AN2 after gain display (ru45)	Analogeingang 2 nach Eingangsstufe [in %]
50	AN3 value display (ru46)	Analogeingang 3 vor Eingangsstufe [in %]
51	AN3 after gain display (ru47)	Analogeingang 3 nach Eingangsstufe [in %]
52	analog REF display (ru48)	Wert des REF-Signals [in %]
53	analog AUX display (ru49)	Wert des AUX-Signals [in %]

6.2.6.3 Operatoren

Der zu verwendende Operator wird in do03 flag operator mode ausgewählt. Zusätzlich kann das Vorzeichen der Operanden beeinflusst werden.

Index	Subidx	Id-Text	Name	Funktion
0x2603	1…8	do03	flag operator mode	Operator (Vergleichsoperation >, <, =, etc..)

Die Bereiche in do03 flag operator mode haben folgende Bedeutungen:

do03	flag operator mode			0x2603
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…3	Auswahl Operator	0	>=	A größer gleich B
		1	<=	A kleiner gleich B
		2	=	A gleich B
		3	AND	A AND B / TRUE, wenn min 1 Bit gesetzt ist
		4	OR	A OR B / TRUE, wenn min 1 Bit gesetzt ist
		5	!=	A ungleich B
		6…15	reserved	
4…5	Typ Operand A	0	parameter	Vorzeichen von Operand A aus gewähltem Operand
		16	unsigned	Operand A vorzeichenlos
		32	signed	Operand A vorzeichenbehaftet
		48	absolute	Operand A absolut
6…7	Typ Operand B	0	parameter	Vorzeichen von Operand B aus gewähltem Operand
		64	unsigned	Operand B vorzeichenlos
		128	signed	Operand B vorzeichenbehaftet
		192	absolute	Operand B absolut

6.2.6.4 Konstante Vergleichspegel

Bei der Auswahl der Operanden, können neben verschiedenen Prozessgrößen, auch die Operanden level 1 und level 2 ausgewählt werden.

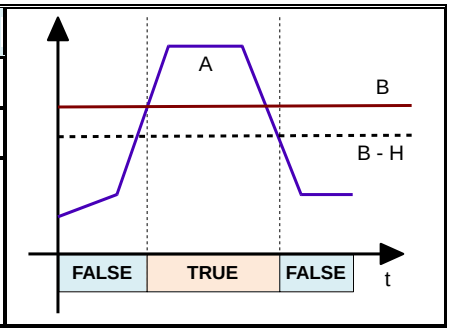
Index	Subidx	Id-Text	Name	Funktion
0x2605	1…8	do05	flag level 1	Vergleichslevel 1
0x2606	1…8	do06	flag level 2	Vergleichslevel 2

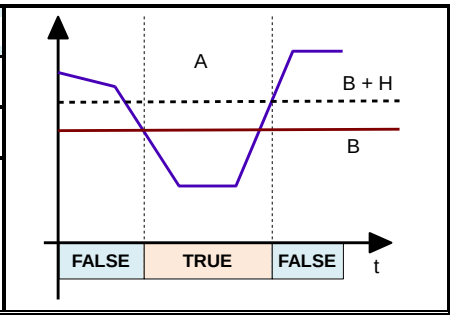
6.2.6.5 Hysterese

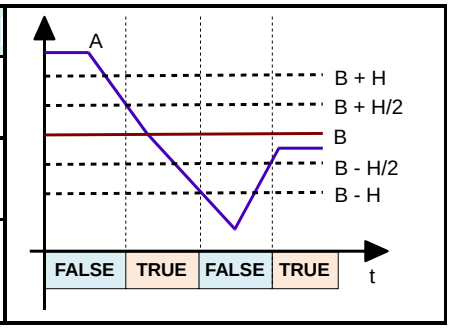
Eine Hysterese für die Vergleichsoperationen kann in do07 vorgegeben werden.

Index	Subidx	Id-Text	Name	Funktion
0x2607	1…8	do07	flag hysteresis operand B	Hysterese

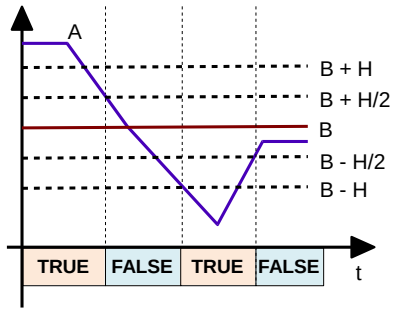
Die Funktion der Hysterese ist abhängig vom ausgewählten Operator. Für die Operationen AND bzw. OR ist keine Hysterese Funktion möglich.
Für die Operatoren **>=**, **<=**, **=** und **!=** ist die Hysterese wie folgt definiert:

	Funktion:	Ergebnis:	
>=	A >= B	TRUE	
	A < (B – H)	FALSE	
	(B – H) < A < B	unverändert	

	Funktion:	Ergebnis:	
<=	A <= B	TRUE	
	A > (B + H)	FALSE	
	(B + H) > A > B	unverändert	

	Funktion:	Ergebnis:	
=	innerhalb ± H/2 (B - H/2) < A < (B + H/2)	TRUE	
	außerhalb ± H A > (B + H) or A < (B - H)	FALSE	
	zwischen H und H/2	unverändert	

!=	Funktion:	Ergebnis:
	innerhalb ± H/2 (B - H/2) < A < (B + H/2)	FALSE
	außerhalb ± H A > (B + H) or A < (B - H)	TRUE
	zwischen H und H/2	unverändert

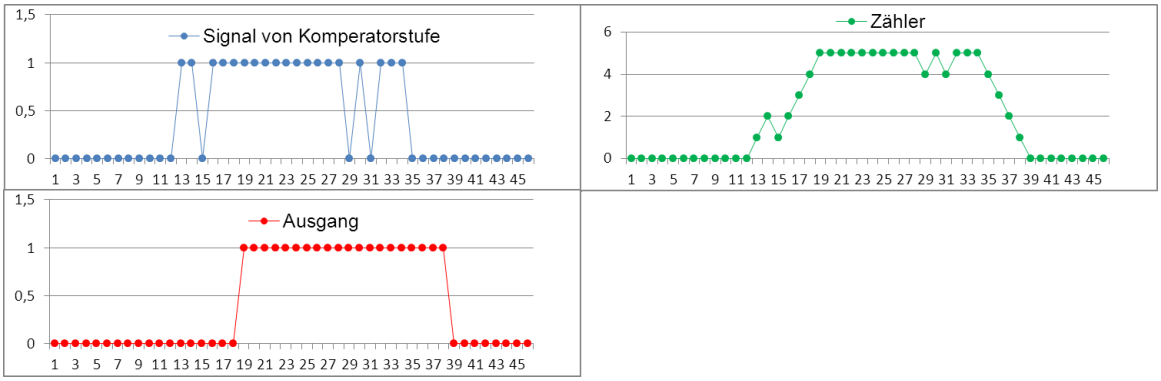


6.2.6.6 Filter

Für jede Vergleichsoperation kann ein Filter nachgeschaltet werden.

Index	Subidx	Id-Text	Name	Funktion
0x2608	1…8	do08	filter time flags	Filter für die Vergleichsoperation

Ist der Ausgang der Komperatorstufe = TRUE wird der Filter inkrementiert, bei False wird er dekrementiert.
Ein Umschalten des Filterausgangs erfolgt immer nur bei Zählerstand = 0 (Löschen des Filterausgangs) bzw. bei Zählerstand = eingestellte Filterzeit (Setzen des Filterausganges).



6.2.7 Bildung der internen Ausgänge aus den Flags

Die internen Ausgänge können als Quelle zur Bildung des Ausgangsstatus verwendet werden.

Mit do19 AND operation for output kann festgelegt werden, ob die Flags ODER (standard) oder UND (einstellbar mit do19) verknüpft werden sollen.

Welche Flags zur Bildung eines internen Ausgangs verwendet werden, wird über die Objekte do20...do27 parametriert.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2613	do19	AND operation for output	Auswahl der Verknüpfungsart für Ausgang O1 .. OD
0x2614	do20	select flag O1	Auswahl der Flags für internen Ausgang O1
0x2615	do21	select flag O2	Auswahl der Flags für internen Ausgang O2
0x2616	do22	select flag O3	Auswahl der Flags für internen Ausgang O3
0x2617	do23	select flag O4	Auswahl der Flags für internen Ausgang O4
0x2618	do24	select flag OA	Auswahl der Flags für internen Ausgang OA
0x2619	do25	select flag OB	Auswahl der Flags für internen Ausgang OB
0x261A	do26	select flag OC	Auswahl der Flags für internen Ausgang OC
0x261B	do27	select flag OD	Auswahl der Flags für internen Ausgang OD

Die Bedeutung der der Werte ist für do20...do27 identisch.

do19		AND operation for output	0x2613
Bit	Wert	Name	Funktion
0	1	O1	für O1 selektierte Flags werden UND verknüpft
1	2	O2	für O2 selektierte Flags werden UND verknüpft
2	4	O3	für O3 selektierte Flags werden UND verknüpft
3	8	O4	für O4 selektierte Flags werden UND verknüpft
4	16	OA	für OA selektierte Flags werden UND verknüpft
5	32	OB	für OB selektierte Flags werden UND verknüpft
6	64	OC	für OC selektierte Flags werden UND verknüpft
7	128	OD	für OD selektierte Flags werden UND verknüpft

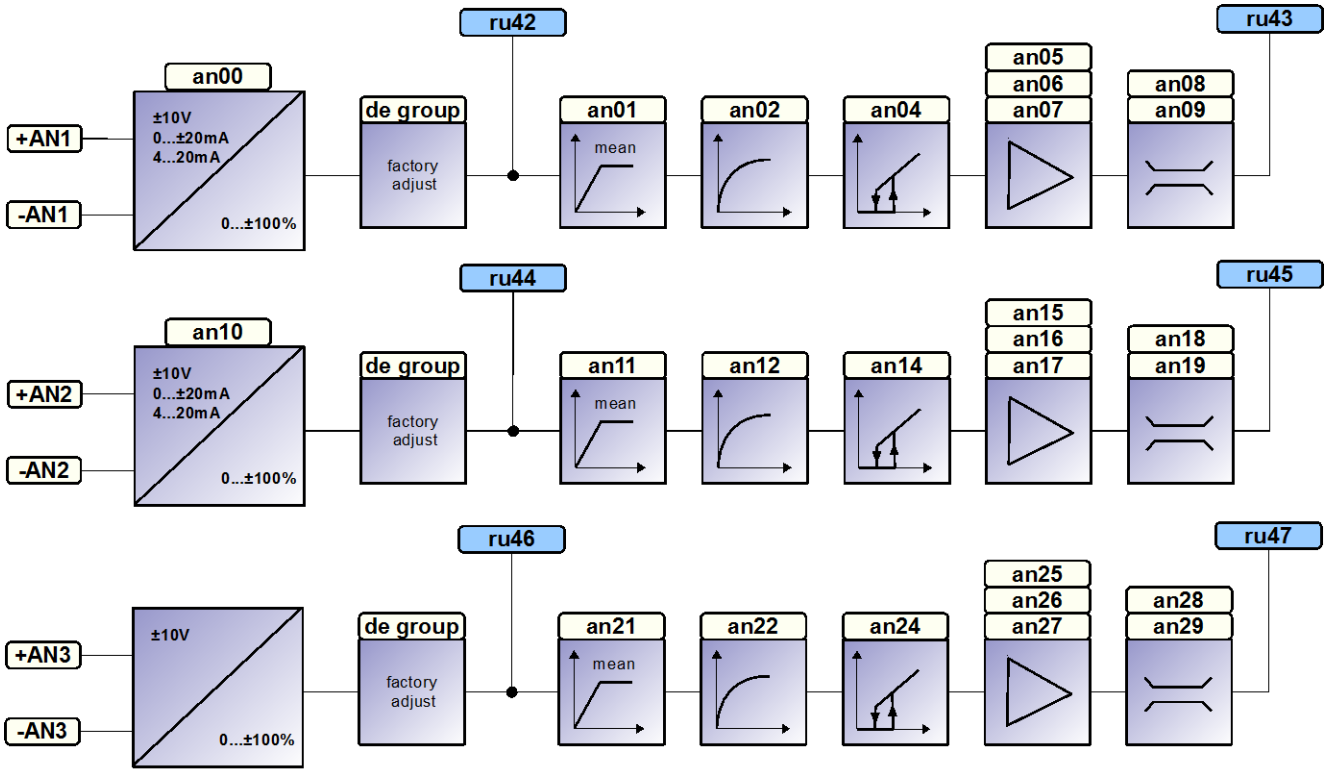
do20…do27		select flag O1…OD	0x2614 .. 0x261B
Bit	Wert	Name	Funktion
0	1	F0	Ergebnis Funktionsblock 0
1	2	F1	Ergebnis Funktionsblock 1
2	4	F2	Ergebnis Funktionsblock 2
3	8	F3	Ergebnis Funktionsblock 3
4	16	F4	Ergebnis Funktionsblock 4
5	32	F5	Ergebnis Funktionsblock 5
6	64	F6	Ergebnis Funktionsblock 6
7	128	F7	Ergebnis Funktionsblock 7

6.3 Analoge Eingänge (nur F6)

Von den F6 Geräten werden 3 Analogeingänge unterstützt.
Angezeigt werden die analogen Eingangswerte in den ru-Parametern.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C2A	ru42	AN1 value display	Anzeige des analogen Eingangswertes AN1 in %
0x2C2B	ru43	AN1 after gain display	AN1 nach dem Eingangsblock in %
0x2C2C	ru44	AN2 value display	Anzeige des analogen Eingangswertes AN2 in %
0x2C2D	ru45	AN2 after gain display	AN2 nach dem Eingangsblock in %
0x2C2E	ru46	AN3 value display	Anzeige des analogen Eingangswertes AN3 in %
0x2C2F	ru47	AN3 after gain display	AN3 nach dem Eingangsblock in %

6.3.1 Übersicht



6.3.2 Schnittstellenauswahl

Die Analogeingänge 1 und 2 sind mit an00 und an10 konfigurierbar als Spannungseingänge (+/-10 V) oder Stromeingänge (+/-20 mA, 4…20 mA).
Analogeingang 3 ist immer Spannungseingang.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3300	an00	AN1 interface selection	+/-10V, +/-20mA, 4…20mA
0x330a	an10	AN2 interface selection	+/-10V, +/-20mA, 4…20mA

an00 / an10	AN1 interface selection / AN2 interface selection	**0x3300 / 0x330A**
Wert	Konfiguration	
0	+/- 10 V	
1	+/- 20 mA	
2	4 … 20 mA	

6.3.3 Eingangsstufe der Analogeingänge

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3301	an01	AN1 mean filter	Mittelwertfilter für das Analogsignal.
0x330b	an11	AN2 mean filter	
0x3315	an21	AN3 mean filter	
0x3302	an02	AN1 pt1 filter	PT1 Filter für den Analogeingang
0x330c	an12	AN2 pt1 filter	
0x3316	an22	AN3 pt1 filter	
0x3304	an04	AN1 zero point hysteresis	Nullpunkthysterese
0x330e	an14	AN2 zero point hysteresis	
0x3318	an24	AN3 zero point hysteresis	
0x3305	an05	An1 gain	Verstärkung des Analogsignals
0x330f	an15	AN2 gain	
0x3319	an25	AN3 gain	
0x3306	an06	An1 offset X	Offset X für das Analogsignal
0x3310	an16	AN2 offset X	
0x331a	an26	AN3 offset X	
0x3307	an07	AN1 offset Y	Offset y für das Analogsignal Out = gain * (In – OffsetX) + OffsetY
0x3311	an17	AN2 offset Y	
0x331b	an27	AN3 offset Y	
0x3308	an08	AN1 neg limit	untere Grenze für den Analogsollwert
0x3312	an18	AN2 neg limit	
0x331c	an28	AN3 neg limit	
0x3309	an09	AN1 pos limit	obere Grenze für den Analogsollwert
0x3313	an19	AN2 pos limit	
0x331d	an29	AN3 pos limit	

Die Analogeingangssignale können zur Störunterdrückung mit einem Mittelwert und einem PT1-Glied gefiltert und mit einer Nullpunkthysterese versehen werden.

Anschließend kann die Verstärkung angepasst und das Signal mit Offset X und Y verschoben werden:

ANx after gain display = (ANx value display – ANx offset X) * ANx gain + ANx offset Y

Zuletzt erfolgt die Begrenzung.

Die Berechnung erfolgt im 250µs Zeitraster.

Beispiel 1:

ein 0..8V Signal soll nach der Eingangstufe auf -100% .. +100% normiert sein:

mit Offset X Symmetrie zu 0 erzeugen: 4V sollen 0% entsprechen => ANx offset X = 40%
die Verstärkung anpassen: +/-4V sollen +/- 100% entsprechen => ANx gain = 2,5

Beispiel 2:

ein Sensor liefert bei Druck = 0 bar schon ein Signal von 0,7V und bei dem Enddruck von 200 bar ein Signal von 9,5V.
Diese Spannung soll in ein 0 .. 100% Signal gewandelt werden.
Das Analogsignal nach der Eingangsstufe soll den 0..100% Bereich nicht verlassen:

mit Offset X den 0-Abgleich durchführen: 0,7V sollen 0% entsprechen => ANx offset X = 7%
die Verstärkung anpassen: (9,5-0,7)V sollen 100% entsprechen => ANx gain = 1,136
Begrenzen: ANx neg limit = 0% // ANx pos limit = 100%

6.3.4 Berechnen von REF und AUX

Im Anschluss werden über einen weiteren Block aus den drei Analogsignalen die internen Signale AUX und REF gebildet. REF wird dabei direkt einem Analogeingang zugewiesen. AUX kann über verschiedenen Rechenoperationen aus zwei Analogeingängen berechnet werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x331e	an30	ref and aux function	Ermitteln von AUX und REF
0x2C30	ru48	analog REF display	Anzeige des internen REF Wertes aus den Analogwerten in %
0x2C31	ru49	analog AUX display	Anzeige des internen AUX Wertes aus den Analogwerten in %

an30	ref and aux function			0x331E
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkungen
0…3	ref input	0	off	REF = 0
		1	AN1	REF = AN1
		2	AN2	REF = AN2
		3	AN3	REF = AN3
4…7	A input	0	off	REF = 0
		16	AN1	REF = AN1
		32	AN2	REF = AN2
		48	AN3	REF = AN3
8…11	B input	0	off	REF = 0
		256	AN1	REF = AN1
		512	AN2	REF = AN2
		768	AN3	REF = AN3

an30	ref and aux function (Fortsetzung)				0x331E
12…15	aux function	0	off	AUX = 0	
		4096	A	AUX = A	
		8192	A + B	AUX = A + B	
		12288	A * (1+B)	AUX = A * (1+B)	
		16384	A * B	AUX = A * B	
		20480	|A|	AUX = |A| (Absolutwert von A)	

6.3.5 Mapping von REF und AUX

Im Anschluss der Berechnung werden AUX (ru49) und REF (ru48) auf +/- 400% begrenzt. Dann können diese beiden Werte durch die folgenden Einstellungen auf beliebige Objekte gelegt werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x331F	an31	REF selector	Festlegung auf welches Objekt REF wirkt
0x3320	an32	REF norm fact	Skalierung des Analogsollwertes an das ausgewählte Objekt.
0x3321	an33	REF norm status	Status der Normierungsfunktion
0x3322	an34	AUX selector	Festlegung auf welches Objekt AUX wirkt
0x3323	an35	AUX norm fact	Skalierung des Analogsollwertes an das ausgewählte Objekt.
0x3324	an36	AUX norm status	Status der Normierungsfunktion

In an31 und an34 kann direkt die Adresse eines beliebigen Objektes eingestellt werden das somit von den Analogwerten beeinflusst wird.
z.B. 0x2314 für vl20 target velocity.
Zulässig sind schreibbare Objekte die auch für Prozessdaten zulässig sind.

Mit an32 und an35 kann der Analogsollwert an die Objekte angepasst werden.

Beispiel: Ein REF Wert von 100% → 4096 soll in vl20 einen Sollwert von 3000min^{-1} ergeben. $an32 = \frac{3000}{4096} = 0{,}7324$

Die Werte werden mit den gleichen Normierungsfunktionen geschrieben, über die alle Objekte auch ansonsten zugänglich sind. Wird der zulässige Wertebereich dabei überschritten, ist dies im Status an33 bzw. an36 zu sehen. In diesen Fällen sollte die Skalierung entsprechend angepasst werden.

7 Kommunikationsfunktionen

7.1 Parametrierdaten

Parametrierdaten (azyklische Daten) können über die serielle Schnittstelle (Protokoll: DIN66019II) und über EtherCAT (Protokoll: CanOpen over EtherCAT) ausgetauscht werden.
Für DIN66019II ist folgende Umsetzung vereinbart:
Umrichter-Adresse wird geprüft gegen das Objekt DIN66019II node id (fb13, 0x2B0D).
Die Parameteradresse entspricht dem Index.
Der Satz entspricht dem Subindex. Die bei DIN66019II verwendete bitweise Adressierung der Sätze wird nach folgendem Schema umgesetzt:
Bei Zugriff auf Objekte vom Typ VAR wird der Satz ignoriert.
Bei Zugriff auf Objekte vom Typ ARRAY oder STRUCT gilt folgende Umsetzung:

DIN66019II Dienst	DIN66019II Satz	Subindex	Bemerkung:
0	0x01	1	
	0x02	2	
	0x04	3	
	0x08	4	
	0x10	5	
	0x20	6	
	0x40	7	
	0x80	8	
	alle übrigen		Ungültig

Eine gleichzeitige Adressierung mehrerer Sätze ist nicht möglich.

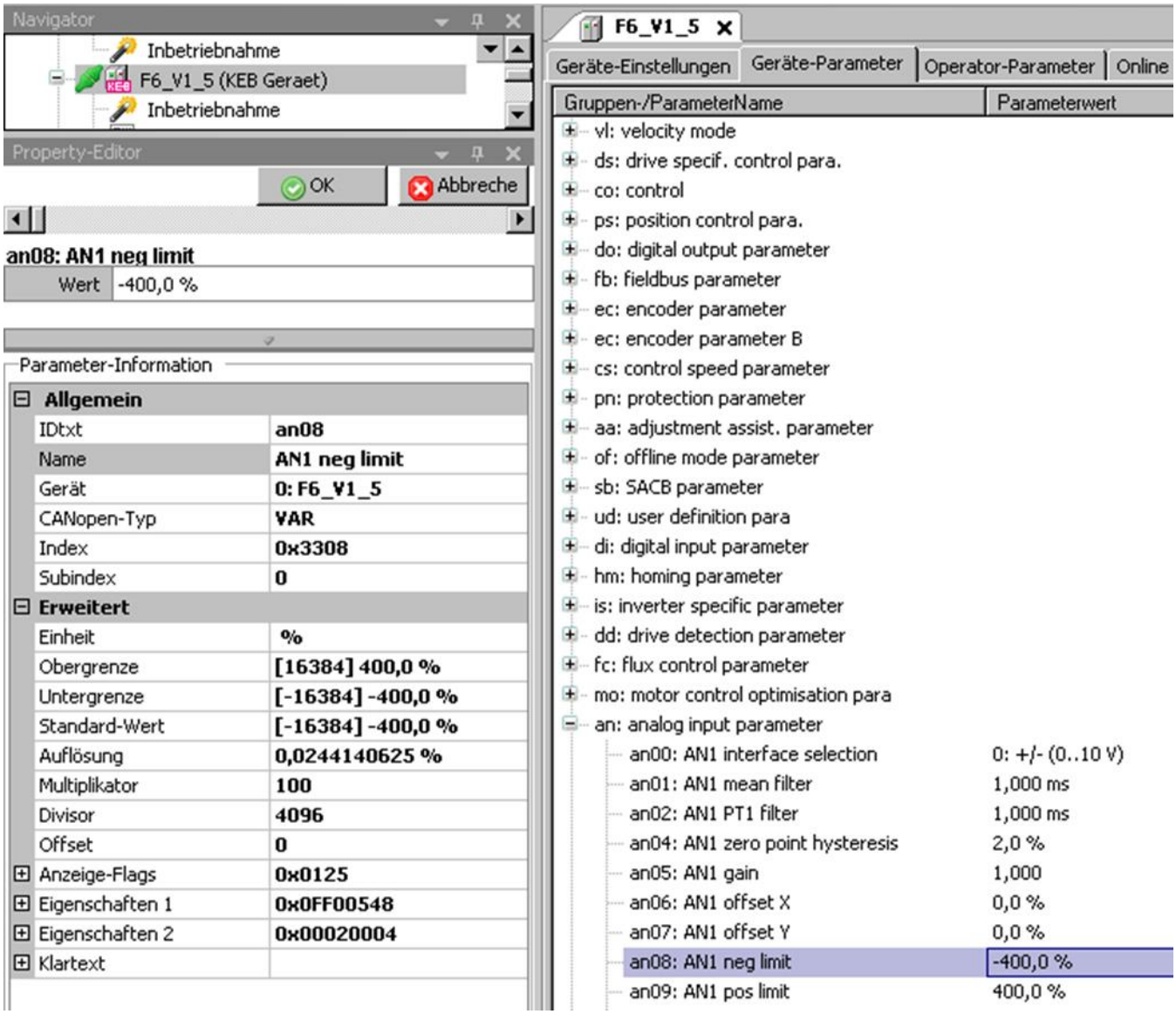
Für CanOpen over EtherCAT gilt folgende Einschränkung:
Da CoE keine Adressierung für das Gerät vorsieht, erfolgt die Adressierung eines Gerätes innerhalb eines EtherCAT Netzwerkes über die EtherCAT Adresse.

7.1.1 Darstellung von Parametrierdaten in COMBIVIS 6

COMBIVIS 6 verwendet zur Kommunikation das Protokoll DIN66019II über Ethernet bzw. über eine serielle Verbindung bzw. USB.

Beim Zugriff auf Arrays bzw. Strukturen werden die Elemente angezeigt und optional auch deren Anzahl (Subindex 0).

Die Eigenschaften eines Objektes können über den Editor für die Werte dargestellt werden.



Im Editor wird das Objekt an08 dargestellt. Index 0x2308, Subindex 0 (Typ VAR).

7.2 Feldbus-Systeme EtherCAT / VARAN

7.2.1 Prozessdaten

H6 / F6 Geräte unterstützen Prozessdatenkommunikation über EtherCAT. Über das Diagnoseinterface werden keine Prozessdatendienste unterstützt.

Die Datenrichtung ist aus Sicht der Prozesssteuerung (SPS, IPC, ...) beschrieben. Prozessausgangsdaten sind also Daten von der Steuerung zum H6 / F6 Modul. Prozesseingangsdaten sind also Daten vom H6 Modul zur Steuerung.

H6 Geräte unterstützen ein ProzessDatenObjekt (PDO) für Prozessausgangsdaten und ein PDO für Prozesseingangsdaten. Die maximale Länge der PDO's beträgt jeweils 32 Byte.

Pro PDO können max. 8 Objekte abgebildet (gemapped) werden.

7.2.1.1 Abbildung über KEB Parameter

Folgende Parameterobjekte beschreiben die Abbildung der Objekte in den PDO's

Index	Subidx	Id-Text	Name	Funktion
0x2B00	1…8	fb00	PD out index	Indizes der abzubildenden Objekte
0x2B01	1…8	fb01	PD out subindex	Subindizes der abzubildenden Objekte
0x2B02	1…8	fb02	PD out offset	Offset (Position) der abzubildenden Objekte im out PDO
0x2B03	1…8	fb03	PD out type	Type (Länge) der abzubildenden Objekte
0x2B04	0	fb04	PD out count	Anzahl der abgebildeten Objekte im out PDO
0x2B05	1…8	fb05	PD in index	Indizes der abzubildenden Objekte
0x2B06	1…8	fb06	PD in subindex	Subindizes der abzubildenden Objekte
0x2B07	1…8	fb07	PD in offset	Offset (Position) der abzubildenden Objekte im in PDO
0x2B08	1…8	fb08	PD in type	Type (Länge) der abzubildenden Objekte
0x2B09	0	fb09	PD in count	Anzahl der abgebildeten Objekte im in PDO

Durch Setzen von fb04 PD out count auf die Anzahl der abgebildeten Objekte, werden die Prozessausgangsdaten aktiviert.
Schreiben auf eines der anderen PD out Beschreibungs-Objekte (fb00-fb03) setzt fb04 PD out count zu 0 und deaktiviert damit die Prozessausgangsdaten.
Bei fb04 PD out count gleich 0 werden die Prozessausgangsdaten nicht übernommen.

Durch Setzen von fb09 PD in count auf die Anzahl der abgebildeten Objekte, werden die Prozesseingangsdaten aktiviert.
Schreiben auf eines der anderen PD in Beschreibungs-Objekte (fb05-fb08) setzt fb09 PD in count zu 0 und deaktiviert damit die Prozesseingangsdaten.
Bei fb09 PD in count gleich 0 werden die Prozesseingangsdaten nicht aktualisiert.

In fb02 PD out offset und fb07 PD in offset wird der Offset (= die Position innerhalb des Prozessdatentelegramms) der abzubildenden Objekte in Anzahl Bytes angegeben.

In fb03 PD out type bzw. fb08 PD in type wird der Type (= die Länge) der abzubildenden Objekte angegeben.

Folgende PD out/in types sind möglich:

fb03	**PD out type**	
fb08	**PD in type**	
Wert	Klartext	Bedeutung
0	inactive	Inaktiv
1	long	Objekttyp = Long / Größe 4 Byte
2	word	Objekttyp = Word / Größe 2 Byte
3	byte	Objekttyp = Byte / Größe 1 Byte

- **Beispiel:**

Folgende Prozessdatenbelegung soll realisiert werden.

PD-out: Steuerwort (0x2500, 0, 2byte), Drehzahlsollwert (0x2510, 0, 4byte)
PD-in: Statuswort (0x2100, 0, 2byte), Drehzahlistwert (0x2120, 0, 4byte)

Daraus ergeben sich folgende Einstellungen:

Index	Subidx	Name	Wert	Funktion
0x2B00	1	PD out index [1]	0x2500	Index = 0x2500 controlword
0x2B01	1	PD out subindex [1]	0	controlword vom Typ Variable => Subindex = 0
0x2B02	1	PD out offset [1]	0	Offset = 0 (1. Mapping Objekt)
0x2B03	1	PD out type [1]	2	Type = 2 (Word, 2 byte)
0x2B00	2	PD out index [2]	0x2510	Index = 0x2510 target velocity
0x2B01	2	PD out subindex [2]	0	Typ Variable => Subindex = 0
0x2B02	2	PD out offset [2]	2	Offset = 2 (byte => das erste Objekt ist 2 byte groß)
0x2B03	2	PD out type [2]	1	Type = 1 (Long, 4byte)
0x2B04	0	PD out count	2	2 abgebildete Objekte (aktiviert die PD-out Daten)
0x2B05	1	PD in index [1]	0x2100	statusword Index = 0x2100
0x2B06	1	PD in subindex [1]	0	Typ Variable => Subindex = 0
0x2B07	1	PD in offset [1]	0	Offset = 0 (1. Mapping Objekt)
0x2B08	1	PD in type [1]	2	Type = 2 (Word, 2 byte)
0x2B05	2	PD in index [2]	0x2120	Index = 0x2120 velocity actual value
0x2B06	2	PD in subindex [2]	0	Typ Variable => Subindex = 0
0x2B07	2	PD in offset [2]	2	Offset = 2 (byte => das erste Objekt ist 2 byte groß)
0x2B08	2	PD in type [2]	1	Type = 1 (Long, 4byte)
0x2B09	0	PD in count	2	2 abgebildete Objekte (aktiviert die PD-in Daten)

7.2.1.2 Abbildung über CanOpen Objekte (für alle Feldbussysteme)

Alternativ kann die Abbildung der Prozessdaten auch CanOpen konform über die Objekte 0x1600 (Prozessausgangsdaten) und 0x1A00 (Prozesseingangsdaten) erfolgen.

Index	Subidx	Id-Text	Name	Funktion
0x1600	0	-	1st receive PDO mapping (Prozessausgangsdaten)	Anzahl der abgebildeten Objekte
	1…8			Beschreibung des abgebildeten Objektes

Index	Subidx	Id-Text	Name	Funktion
0x1A00	0	-	1st transmit PDO mapping (Prozesseingangsdaten)	Anzahl der abgebildeten Objekte
	1…8			Beschreibung des abgebildeten Objektes

Die Beschreibung des abgebildeten Objektes erfolgt in folgendem Format:

Bit	Bedeutung
0…7	Objektlänge in Bits (8, 16 oder 32)
8…15	Subindex des abgebildeten Objektes
16…31	Index des abgebildeten Objektes

Um das in 3.1.1 vorgestellte Beispiel umzusetzen, ergeben sich folgende Einstellungen:

Index	Subidx	Wert	Funktion
0x1600	0	0	Anzahl der abgebildeten Prozessausgangsobjekte = 0 (Abbildung inaktiv)
0x1600	1	0x25000010	Index = 0x2500, Subindex = 0x00, Länge = 0x10 (16bit)
0x1600	2	0x25100020	Index = 0x2510, Subindex = 0x00, Länge = 0x20 (32bit)
0x1600	0	2	2 abgebildete Objekte (aktiviert die PD-out Daten)
0x1A00	0	0	Anzahl der abgebildeten Prozessausgangsobjekte = 0 (Abbildung inaktiv)
0x1A00	1	0x21000010	Index = 0x2100, Subindex = 0x00, Länge = 0x10 (16bit)
0x1A00	2	0x21200020	Index = 0x2120, Subindex = 0x00, Länge = 0x20 (32bit)
0x1A00	0	2	2 abgebildete Objekte (aktiviert die PD-in Daten)

7.2.2 EtherCAT Diagnose und Timing

Um die Diagnose von Kommunikationsstörungen auf dem EtherCAT Bus zu erleichtern, bieten die H6 / F6 Achsmodule eine Reihe von Fehlerzählern und Messwerten an.

7.2.2.1 Diagnosezellen des EtherCAT Cores (Hardware)

Folgende Objekte des EtherCAT Cores stehen zur Verfügung:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2B14	fb20	invalid frame count P0	Zählt die ungültigen RX Frames am Port 0

0x2B15	fb21	RX error count P0	Zählt die RX Fehler am Port 0
0x2B16	fb22	invalid frame count P1	Zählt die ungültigen RX Frames am Port 1
0x2B17	fb23	RX error count P1	Zählt die RX Fehler am Port 1
0x2B18	fb24	forwarded RX error count P0	Zählt die fehlerhaften weitergeleiteten Frames am Port 0
0x2B19	fb25	forwarded RX error count P1	Zählt die fehlerhaften weitergeleiteten Frames am Port 1
0x2B1A	fb26	processing unit error count	Fehlerzähler der Verarbeitungseinheit

Diese Objekte stellen direkte Abbildungen der im FPGA integrierten Fehlerzähler dar.
Eine detailliertere Beschreibung der Funktionalität kann bei Bedarf der Bedienungsanleitung des EtherCAT IP Cores entnommen werden.

7.2.2.2 Zeitmessung EtherCAT Frame <=> Sync Impuls

In Anwendungen, in denen Antriebsregelung und Bewegungssteuerung synchronisiert betrieben werden, lassen sich Störungen, die durch nichtsynchrone Datenverarbeitung in Antriebsregelung und SPS hervorgerufen werden nur schwer diagnostizieren.
Häufig werden diese Probleme dadurch hervorgerufen, dass sich die Verarbeitung des EtherCAT Frames und der Zugriff der Antriebsregelung auf die Daten überschneiden.
Mithilfe der der folgenden beiden Objekte, können Sie die zeitliche Lage der Frameverarbeitung relativ zum Sync Impuls überprüfen.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2B1B	fb27	min. sync delay	Minimale Zeit zwischen EtherCAT Frame und Sync Impuls [us]
0x2B1C	fb28	max. sync delay	Maximale Zeit zwischen EtherCAT Frame und Sync Impuls [us]

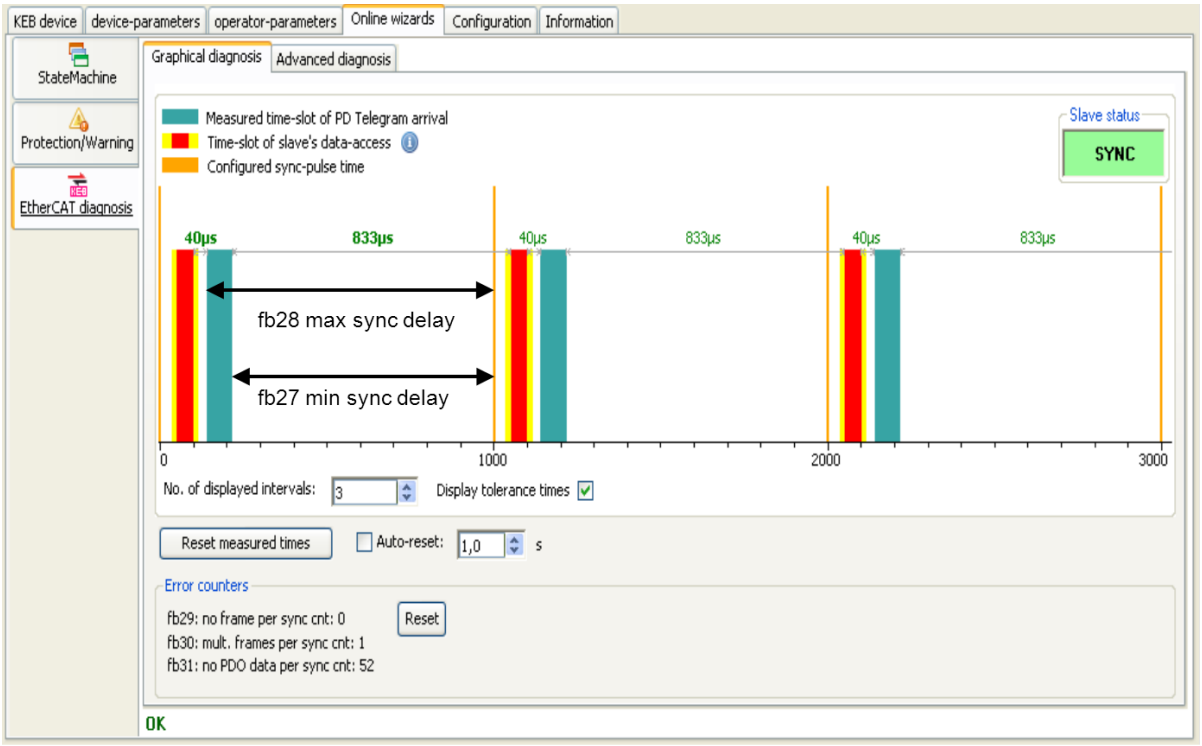
7.2.2.3 Applikationsfehlerzähler

Auf Anwendungsebene stehen folgende Fehlerzähler zur Verfügung:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2B1D	fb29	no frame per sync cnt	Anzahl der Synchronisationsintervalle in denen kein EtherCAT Frame empfangen wurde
0x2B1E	fb30	multiple frames per sync cnt	Anzahl der Synchronisationsintervalle in denen mehrere EtherCAT Frames empfangen wurden
0x2B1F	fb31	no PDO data per sync cnt	Anzahl der Synchronisationsintervalle in denen keine neuen Prozessdaten empfangen wurden

7.2.3 EtherCAT Diagnoseassistent

Mithilfe von COMBIVIS können Sie die Diagnose auch grafisch unterstützt durchführen.



In Rot/Gelb, sehen Sie den Bereich, in dem das Gerät auf die EtherCAT Daten zugreift. Blau zeigt den Bereich in dem die EtherCAT Frames verarbeitet werden. Der orange Balken zeigt den Sync Impuls.
Oben rechts können Sie den Synchronisationsstatus des Antriebes sehen. Die Zeitmessungen und die Fehlerzähler sind natürlich nur im Synchronbetrieb aussagekräftig.

7.3 Feldbussystem CAN

7.4 COMBIVIS 6 Prozessdatenassistenten

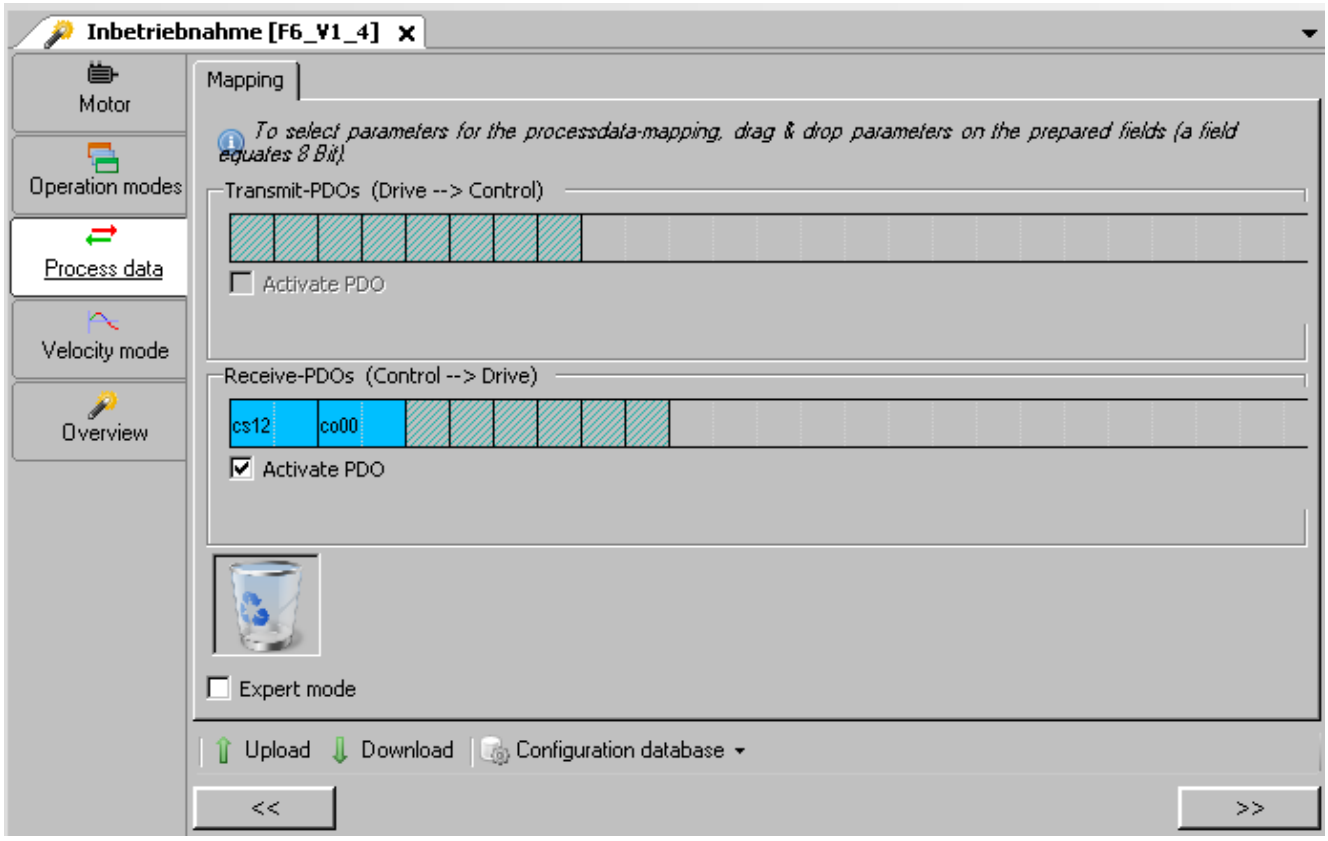
7.4.1 Prozessdatenassistent für VARAN

Die Prozessdatenabbildung lässt sich sehr einfach über den Prozessdaten-Assistenten in COMBIVIS 6 einstellen. COMBIVIS 6 verwendet zur Einstellung der Daten die KEB spezifischen Objekte zur Beschreibung der Prozessdatenabbildung.
Hierbei werden alle Randbedingungen automatisch berücksichtigt:

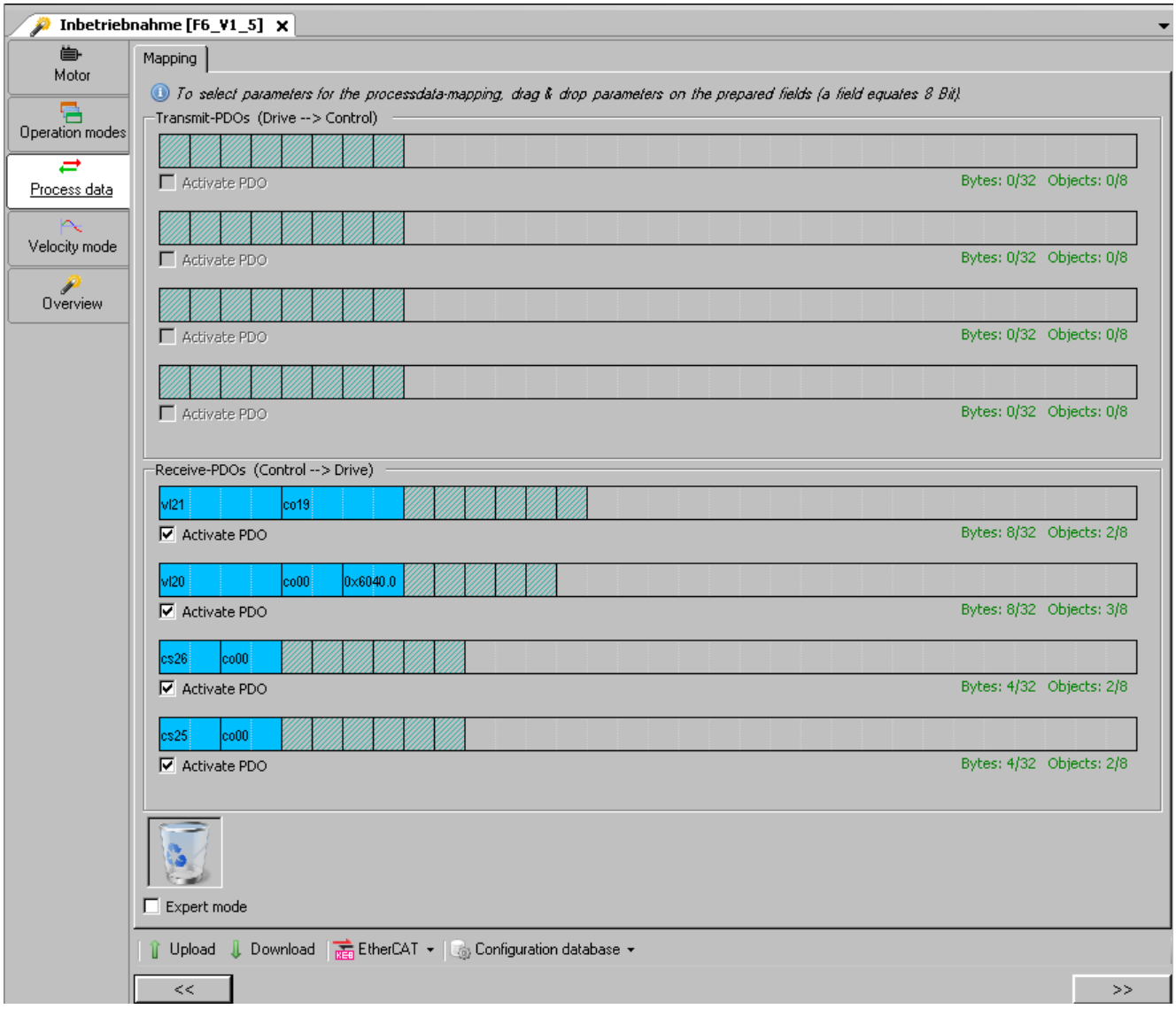
- Datentyp
  (Abhängig vom Datentyp werden Typ und Offset automatisch ermittelt).
- Eigenschaften
  (Abhängig von den Objekteigenschaften (RO,RW, Abbildung erlaubt), wird die Abbildung erlaubt oder unterbunden)

Die Objekte werden hierzu einfach mit der Maus in die entsprechenden Prozessdatenbuffer gezogen und abgelegt.

Die folgende Abbildung zeigt die Prozessdatenbelegung aus dem obigen Beispiel:



7.4.2 Prozessdatenassistent für EtherCAT / CAN



7.5 Daten nichtflüchtig speichern

H6 / F6 Geräte verwenden unterschiedliche Technologien um Daten über das Ausschalten der Versorgungsspannung hinaus in einem Permanent-Speicher zu sichern.

Einige Parameter müssen bei Netz-Ein stets auf einem definiertem Startwert stehen, dass heisst, sie werden nie gespeichert.

Spitzenwertspeicher ru-Parameteter	ru13, ru15,
Betriebsart	co01,
Sollwertvorgaben (target, offset)	co15, co16, co17, co18, co19
automatisches Speichern	co83
external source für Ausgang	do10
external source für Eingang	di02
postion control Parameter	ps30, ps31
Feldbus Parameter	fb10, fb31
SACB-Diagnose-Parameter (sb - Gruppe)	alle

Alle anderen Daten, die länger als ca. 2s nicht geändert werden, werden gespeichert.

Oftmals ist es aber nicht notwendig z.B. die Momentengrenzen, die sich während eines Zyklusses permanent ändern, im Umrichter zu speichern.
Hier wäre es besser definierte Startbedingungen zu haben und nach Netz-Ein immer mit der gleichen Grenze zu starten.

Um unnötige Schreibzugriffe auf den Speicher zu vermeiden, kann das Objekt co83 verwendet werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2553	co83	non volatile memory mode	Speichermodus auswählen

Die Werte von co83 non volatile memory mode haben folgende Bedeutung

co83	Non volatile memory mode	0x2553
Wert	Name	Bemerkung
0	automatic mode	Daten werden automatisch 2s nach der letzten Änderung gespeichert.
1	manual mode	Geänderte Daten werden nicht automatisch gespeichert. Zum sichern der Daten wechseln sie in den „automatic mode“

Der Wert von co83 muss nach jedem Power-On erneut geschrieben werden.
Nach Power-On oder Reset ist immer der „automatic mode“ aktiv.

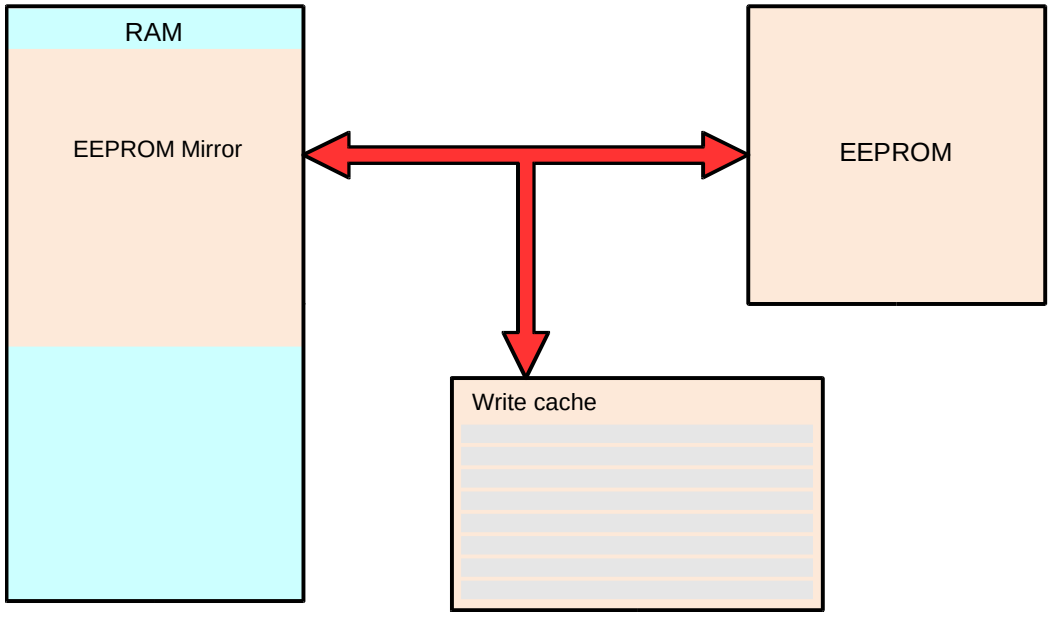
Wenn sich Daten zyklisch über eine externe Steuerung ändern und die Zykluszeit größer als 2s ist, sollte der „automatic mode“ deaktiviert werden, um unnötiges Speichern zu vermeiden.

Allerdings werden auch Betriebsstunden und Fehlerzähler dann nicht gespeichert und müssen in der Steuerung verwaltet werden.

Daten nichtflüchtig speichern

Um nicht jeden Speichervorgang explizit auslösen zu müssen, wurde in den Geräten eine Automatik zum nichtflüchtigen Speichern der Daten implementiert.

Das folgende Bild erläutert die grundsätzliche Funktionsweise.



RAM:	flüchtiger Speicher für temporäre Daten
EEPROM:	Speicherbereich für nichtflüchtige Daten
EEPROM Mirror:	Abbild des EEPROM-Inhalts im Arbeitsspeicher
Write Cache:	Zwischenspeicher für schnellere Schreibzugriffe

Die Daten des Permanent-Speichers werden im sogenannten *EEPROM Mirror* gespiegelt.

Ein Hintergrundprozess vergleicht alle 2ms einen 4 Byte großen Bereich des Mirrors mit den entsprechenden Originaldaten im Permanent-Speicher.

Ist der Inhalt des Speicherbereiches unterschiedlich, wird dieser Datenblock inkl. eines Zeitstempels in den Schreibcache kopiert.

Parallel zur Prüfung des EEPROM Mirrors wird der Inhalt des Schreibcaches überprüft, ob der Orginaldatenblock im EEPROM Mirror erneut geändert wurde. Ist dies der Fall werden Daten und Zeitstempel neu gesetzt.

Wurde ein Eintrag im Schreibcache für 2s nicht geändert, wird er in den Nicht-flüchtigen-Speicher geschrieben und aus dem Schreibcache gelöscht.

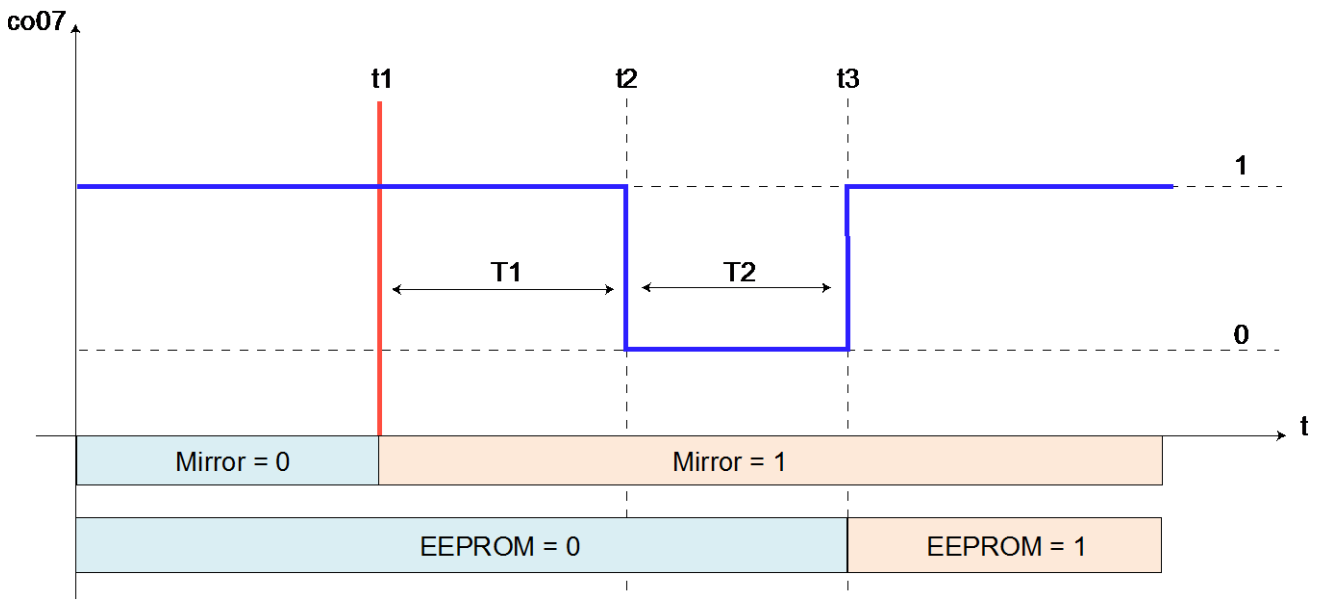
Über das Objekt co07 Non volatile memory state kann der aktuelle Zustand des Schreibcaches beeinflusst werden.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2507	co07	non volatile memory state	Zustand des Speichermanagers

Die Werte von co07 non volatile memory state haben folgende Bedeutung

co07	Non volatile memory state	0x2507
Wert	Name	Bemerkung
0	store process active	Es stehen Parameter zum Speichern an. Ausschalten des Gerätes kann zu Datenverlust führen.
1	store process completed	Speichercache ist leer. Alle Daten sind nichtflüchtig gespeichert.

Für den Fall, dass ein Objekt, dessen Wert im Permanent-Speicher gespeichert wird, geändert wird, ergibt sich folgendes Szenario:



t1: Schreibzugriff erfolgt
t2: Eintrag im Schreibcache
t3: Speichern im EEPROM

Die Zeit T1 bezeichnet die Zeit. die der Hintergrundprozess benötigt um festzustellen, dass Daten im EEPROM Mirror geändert wurden.
Diese Zeit beträgt maximal 2 Sekunden.

Die Zeit T2 bezeichnet die Zeit, um die ein Speichervorgang verzögert wird, um zyklische Änderungen zu erkennen.
Diese Zeit beträgt beim H6 2 Sekunden.

Wenn in einem Download viele Parameter geändert werden, kann sich die Zeit T2 wegen der begrenzten Größe des Schreibcaches auf bis zu 10 Sekunden verlängern.

Mit Hilfe von co07 können Downloads absichert werden, indem sichergestellt wird, dass der Download erst beendet wird, wenn der Schreibcache komplett geleert ist.

Dazu muss an das Ende der Downloadliste 2-mal das Objekt co07 non volatile memory state angefügt werden.

Im ersten Eintrag muss co07 non volatile memory state auf 0 geschrieben werden.
Dies ändert den Status des Schreibcaches unverzüglich auf 0 (Speicherung aktiv).

Im zweiten Eintrag muss co07 auf 1 geschrieben werden.
Dieser Schreibrequest wird vom H6/F6 Gerät solange mit Fehlercode 16 (Inverter busy) beantwortet, bis der Speichervorgang komplett ist, und co07 non volatile memory state auf 1 wechselt.

Combivis wiederholt Schreibvorgänge, die mit Inverter busy beantwortet wurden, automatisch.
Daher endet der Download erst nach Abschluss des Speicher-Vorganges.

Zusätzlich bewirkt das Setzen von co07 non volatile memory state auf 0, dass bis zum nächsten Wechsel von co07 non volatile memory state auf 1 die Speicherverzögerung auf 0 gesetzt wird.

7.5.1 Antriebsparametrierung zurücksetzen

Über folgende Objekte kann die Antriebsparametrierung zurückgesetzt werden:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2508	co08	reset options	Festlegung, wann Default-Werte-Laden ausgeführt werden
0x2509	co09	reset control	Führt den Reset aus

Die Werte von co08 reset options haben folgende Bedeutung

co08	reset options	
Bit	Name	Bemerkung
0	default after every reset	Nach jedem Reset / Neustart werden Default Werte geladen. Dieses Bit wird durch den Reset / Neustart nicht zurückgesetzt.
1	default after next reset	Nach dem nächsten Reset / Neustart werden Default Werte geladen. Dieses Bit wird durch den Reset / Neustart auf 0 zurückgesetzt.

7.5.1.1 Reset auslösen

Über das Objekt co09 reset control kann zur Laufzeit ein Reset des Antriebs ausgelöst werden. Dies geschieht durch Schreiben des Wertes 1 auf das Objekt co09 reset control.

Das Auslösen des Resets ist nur möglich, wenn sich der Antrieb nicht im Zustand Operation enabled, bzw. einem anderen Zustand in dem die Leistungsendstufen in Betrieb sind, befindet.

Der Schreibzugriff auf das Objekt co09 reset control wird positiv quittiert. Mit diesem Zugriff wird ein interner Zähler gestartet. Der Fortschritt dieses Zählers kann in co09 reset control ausgelesen werden.

Während der Zähler inkrementiert, werden weitere Schreibzugriffe mit der Quittung „Gerät beschäftigt“ beantwortet. Während dieser Zeit werden die bis dahin geänderten Geräteeinstellungen nichtflüchtig gespeichert.

Nach Ablauf des Zählers, wird der Reset des Gerätes ausgelöst.

7.5.1.2 Reset auslösen in Downloadlisten

Wird die Funktion Reset bzw. Laden von Defaultwerten in einer Downloadliste verwendet, ist folgendes zu beachten:

- an erster Stelle das Objekt co08 reset options mit dem Wert 2 einfügen.
- In der nächsten Zeile das Objekt co09 reset control mit dem Wert 1 einfügen.
- Für die Zeit der Ausführung des Resetkommandos eine Wartezeit eingefügen.
  Diese Zeit ist abhängig von dem Parameterumfang des jeweiligen Umrichters und der in Combivis eingestellten Time-Out Zeit.
  Eine Wartezeit von 20s sollte immer ausreichend sein.

2	0	RW	co08	reset options	2: DNR
3	0	RW	co09	reset ctrl	1: activate reset
4				Pause	-20000 ms

- Die Downloadliste mit den übrigen notwendigen Parametern komplettieren.

7.5.2 Prüfsumme

Es besteht die Möglichkeit den gesamten nichtflüchtigen Speicher des Gerätes mit einem 128-Bit-Hashwert bzw. einer Prüfsumme zu überprüfen. Dazu kann die übergeordnete Steuerung einfach nach dem Einschalten den 128Bit hash mit dem gespeicherten Wert vergleichen. So kann überprüft werden, ob Daten im Gerät geändert wurden.
Der MD5 hash wird durch Schreiben einer 1 auf de107 gebildet. de107 und de108 werden nicht gespeichert. Nach jedem power-on muss eine neue Prüfsumme angefordert werden. Selbst geringste Änderungen in nur einem Parameter führen zu einem komplett anderen MD5 hash.

Daten nichtflüchtig speichern

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x206B	de107	get MD5 hash	Generieren der Prüfsumme
0x206C	de108	MD5 hash	Vergleich der NV Daten
0x206D	de109	exclusion from MD5	Ausnahmen für einige Parameter

Die 128 Bits sind in de108 MD5 hash auf einem Array abgebildet.

de108	MD5 hash	
Subidx	Funktion	Bemerkungen
1	Hash Bits 0…. 31	
2	Hash Bits 32 …63	
3	Hash Bits 64 … 95	
4	Hash Bits 96 … 127	

Mit de109 exclusions from MD5 können die gelisteten Parameter von der Berechnung der Prüfsumme ausgeschlossen werden.

de109	exclusion from MD5	
Bit	Funktion	Bemerkungen
0	ec23 system position	
1	ec23 system position B	

8 Doppelachs Modul

Das Doppelachsmodul hat ein eigenständiges Binärfile. Die Parameter von Modul B sind mit einem Adressoffset von 0x2000 ansprechbar.

In COMBIVIS gibt es alle notwendigen Parametergruppen doppelt.

Einige Parameter sind jedoch nur in Modul A enthalten.

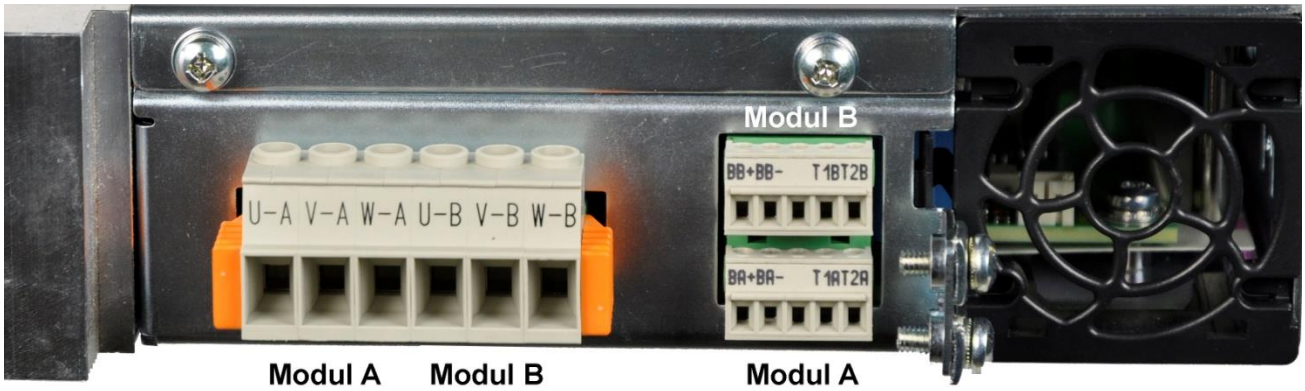
Modul A 0x2000 … 0x3fff

Modul B 0x4000 … 0x5fff

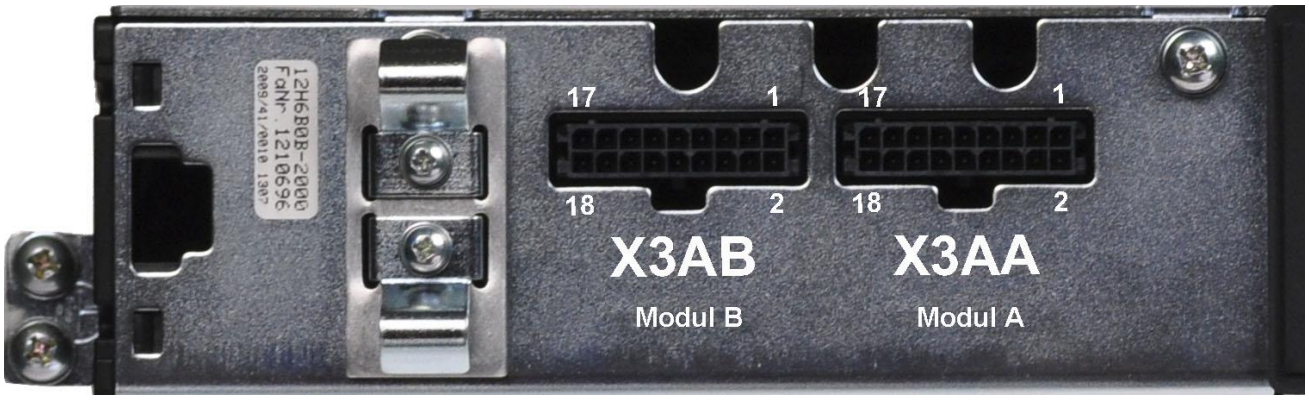
Das Interruptraster ist beim Doppelachsmodul identisch mit dem Einzelachsmodul. Die einzelnen Module werden jedoch abwechselnd angesprochen.

Speziell bei sehr kleinen Motoren kann die erreichbare Performance geringer sein als auf den Einzelachsmodulen.

8.1 Motoranschluss mit PTC oder KTY



8.2 Anschlüsse des Geberinterfaces



Die beiden Kanäle sind komplett identisch aufgebaut. Es gibt jedoch einige Einschränkungen beim Betrieb von zwei Gebern.

- Die Versorgungsspannungen 5V und 8V werden mit **einer** parametrierbaren Spannungsquelle erzeugt. Es sind daher nur Geber mit 5V **oder** mit 8V Versorgung möglich. (z.B. Biss und Hiperface ist nicht möglich)
- Es existiert nur ein Endat core auf dem Geberinterface, daher ist der Betrieb eines digitalen EnDat 2.2 Gebers zusammen mit einem EnDat analog Geber nicht möglich.

8.3 Eingänge und Ausgänge

Auch beim Doppelachsmodul stehen insgesamt nur 4 digitale Eingänge und 4 digitale Ausgänge zur Verfügung.

Die Eingangsfunktionen bzw. Ausgangsfunktionen werden von beiden Achsmodulen komplett getrennt berechnet.
Beide Achsmodule können auf dieselben Ein-/Ausgänge zugreifen.
Die beiden Schaltbedingungen (von Achsmodul A und Achsmodul B) für einen Ausgang werden logisch „**oder**“ verknüpft bevor sie auf einen Hardwareausgang gelegt werden.

In den meisten Fällen wird es wenig Sinn machen, zwei unterschiedliche Ausgangsfunktionen auf ein und denselben Hardwareausgang zu legen.

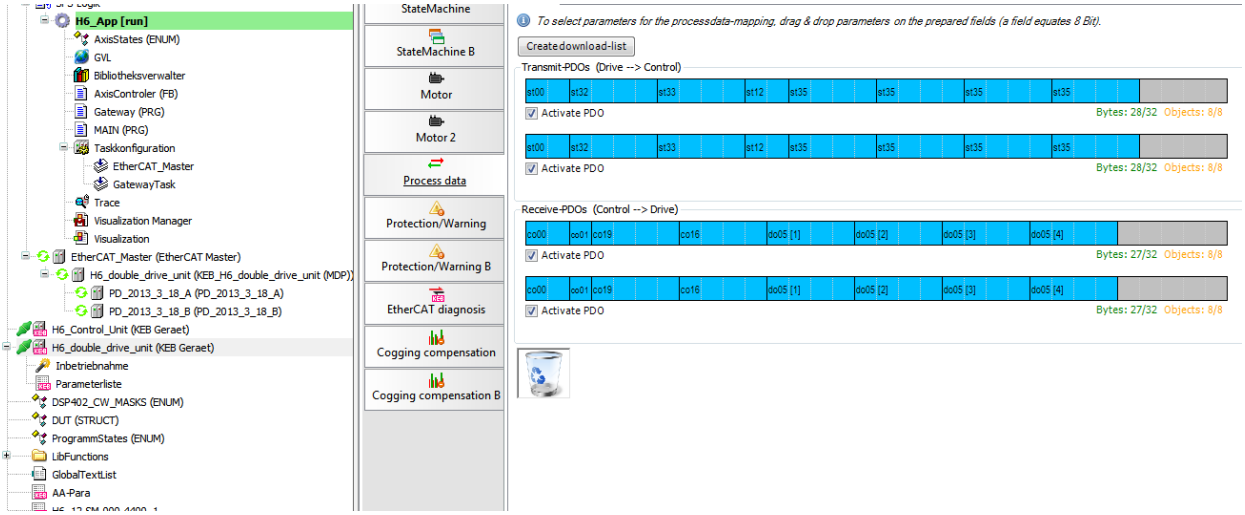
8.4 Sicherheitsmodul

Neben dem **Typ 0** (Standard) 00.H6.x10-0009 kann auch der neue **Typ 1** (Safety Typ 1) 01.H6.x10-0029 verwendet werden. Die **Typ 1**-Version 01.H6.x10-0019 führt auf dem Doppelachsmodul zu Fehlfunktionen.

8.5 Prozessdaten

Auf dem Doppelachsmodul wird das 2nd PDO unterstützt. Somit stehen für jedes Modul bis zu 8 Objekte zur Verfügung. Das 1st PDO ist intern Modul A zugeordnet und das 2nd PDO Modul B.

Die definierten Profil Objekte (0x6000 … 0x67FF) beziehen sich auf Modul A. Modul B kann über einen Offset angesprochen werden. (0x6800 … 0x6FFF)



Ab der KEB COMBIVIS Studio 6 Version vom 26.03.2013 wird das 2nd PDO unterstützt.

8.5.1 Zusätzliche Objekte im DAM

0x1c12	sync manager 2 PDO assign	
Subidx	Funktion	Bemerkungen
0	2	Anzahl der receive PDO‘s
1	0x1600	1st receive PDO mapping object
2	0x1601	2nd receive PDO mapping object

0x1c13	sync manager 3 PDO assign	
Subidx	Funktion	Bemerkungen
0	2	Anzahl der transmit PDO‘s
1	0x1A00	1st transmit PDO mapping object
2	0x1A01	2nd transmit PDO mapping object

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x4B00	fb00	PD out index B	Definition des Prozessdaten Mappings
0x4B01	fb01	PD out subindex B	
0x4B02	fb02	PD out offset B	
0x4B03	fb03	PD out type B	
0x4B04	fb04	PD out count B	
0x4B05	fb05	PD in index B	
0x4B06	fb06	PD in subindex B	
0x4B07	fb07	PD in offset B	
0x4B08	fb08	PD in type B	
0x4B09	fb09	PD in count B	
0x1601		2nd receive PDO mapping	Alternativ zu fb00 ... fb04
0x1A01		2nd transmit PDO map-ping	Alternativ zu fb05 … fb09

Das zweite PDO kann nur zusätzlich zum ersten PDO aktiviert werden. Betrieb nur mit dem zweiten PDO ist nicht möglich.

9 P6

Das P6 ist speziell ausgelegt für Pitch-Antriebe in Windkraftanlagen. Der Steuerteil des Pitch-Umrichters besteht aus einer SPS und einem Drive-Controller. Gegenstand dieser Beschreibung sind die Unterschiede der Drive-Controller-Software Version 2.3 zur H6-Drive-Software Version 1.3, die in den vorherigen Kapiteln beschrieben ist.

9.1 Unterschiede im Kapitel Motion Control

9.1.1 Kapitel Bremsenansteuerung

Kapitel Eigenschaften der Bremsenansteuerung
Das Bit 4 im Parameter co21 brake ctrl mode hat keine Funktion und ist reserviert. Die Bits 6…7 sind eine Erweiterung:

co21	brake ctrl mode			**0x2515**
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkung
0...3	mode	0	controlword	Bit15 im Seuerwort steuert die Bremse
		1	application	CIA402 Statusmaschine steuert die Bremse
		2	controlword open dominant	Open Kommando im Steuerwort übersteuert Applikation
		3	controlword close dominant	Close Kommando im Steuerwort übersteuert Applikation
		4..15		Reserviert
4	channel select	0, 16		Reserviert
5	state change delay	0	sc delay off	Statusmaschine wartet nicht auf Zustandsänderung der Bremsenansteuerung
		32	sc delay on	Statusmaschine wartet auf Zustandsänderung der Bremsenansteuerung
6	ctrl 24V brake	0	24V br ctrl	Steuerung der 24V Bremse über die Bremsensteuerung
		64	24V br ext	24V Bremsenausgang = digitaler Ausgang
7	ctrl HV brake	0	HV br ctrl	Steuerung der HV Bremse über die Bremsensteuerung
		128	HV br off	HV-Bremse aus

Ist der 24V Bremsenausgang als digitaler Ausgang konfiguriert (co21 Bit 6 =1), kann er über co00 controlword angesteuert werden. In co26 ctrlword mask for 24V brake ext. bit wird die Bitmaske für diese Funktion eingestellt. Der Status des 24V Bremsenausgangs ist dann die Undverknüpfung zwischen co00 und co26.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x251A	co26	ctrlword mask for 24V brake ext. bit	Bitmaske zur Auswahl eines Bits in co00 für die Funktion 24V Bremsenausgang = digitaler Ausgang

Kapitel Status der Bremsenansteuerung
Der Parameter st04 brake ctrl state ist um die Bits 8…9 erweitert:

st04	brake ctrl status			0x2104
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkung
0	brake ctrl val	0	val off	Angenommener Zustand der Bremse = Closed
		1	val on	Angenommener Zustand der Bremse = Open
1	brake ctrl signal	0	sig off	Bremsenansteuersignal = 0 (Closed)
		2	sig on	Bremsenansteuersignal = 1 (Open)
2	brake ctrl ref	0	ref off	Sollwert der Bremsenansteuerung = 0 (Closed)
		4	ref on	Sollwert der Bremsenansteuerung = 1 (Open)
3	reserved	0		
4..7	status	0	closed	Bremse geschlossen
		16	open delay	Bremsenöffnungsverzögerung
		32	opening	Bremse öffnet
		48	open	Bremse ist geöffnet
		64	close delay	Bremsenschließverzögerung
		80	closing	Bremse schließt
8	24V signal	0	24V signal off	Ansteuersignal 24V-Bremse = 0 (Closed)
		256	24V signal on	Ansteuersignal 24V-Bremse = 1 (Open)
9	HV signal	0	HV signal off	Ansteuersignal HV-Bremse = 0 (Closed)
		512	HV signal on	Ansteuersignal HV-Bremse = 1 (Open)
10...15	reserved	0		

9.1.2 Kapitel Ausnahmebehandlung

Kapitel Fehler
Die Fehler sind entsprechend der folgenden Tabelle kodiert:

ru01	**Fehlertext**	**Beschreibung**	st01
0	no exception	Kein Fehler	0x0000
3	ERROR overcurrent PU	Überstrom	0x5400
4	ERROR overcurrent analog	Überstrom	0x2300
5	ERROR over potential	Überspannung im Zwischenkreis	0x3210
6	ERROR under potential	Unterspannung im Zwischenkreis (de32, is18)	0x3220
7	ERROR overload	Modul Überlast (I^2t)	0x3230
8	reset ERROR overload	Reset von overload möglich OL counter (ru29) < 50% des Warninglevels	0x3230
9	ERROR overload 2	Modul Überlast 2 (Leistungshalbleiter, Motor)	0x1000
10	ERROR overheat powmod.	Übertemperatur Leistungshalbleiter (Kühlkörper)	0x4210
11	reset ERROR overheat pmod.	Übertemperatur Leistungshalbleiter abgeklungen (<5°)	0x4210
12	ERROR overheat internal	Übertemperatur Innenraum	0x4110
13	reset ERROR overheat intern	Übertemperatur Innenraum abgeklungen	0x4110
14	ERROR motorprotection	Motorschutzfunktion ausgelöst	0x1000
15	reset ERROR motorprotection	Motorschutzfunktion wieder bereit	0x1000
16	ERROR drive overheat	Übertemperatur Motor	0x4310
17	reset ERROR drive overheat	Übertemperatur Motor abgeklungen	0x4310
18	ERROR overspeed	Übergeschwindigkeit	0x1000

ru01	Fehlertext	Beschreibung (Fortsetzung)	st01
20	ERROR drive data	Fehler in Motordatenvorgabe	0x1000
21	ERROR motordata not stored	Motordaten sind noch nicht mit dr99 bestätigt worden	0x1000
22	ERROR ident	während der Identifikation ist ein Fehler aufgetreten	0x1000
23	ERROR speed diff	Drehzahldifferenz größer Level	0x1000
40	ERROR FPGA conf.	FPGA Konfiguration fehlgeschlagen	0x1000
42	ERROR power unit SACB comm.	keine Kommunikation mit Leistungsteil	0x1000
44	ERROR invalid power unit data	Fehlerhafte Leistungsteildaten	0x1000
56	ERROR software switch left	Softwareendschalter hat Fehler ausgelöst	0x1000
57	ERROR software switch right		0x1000
58	ERROR fieldbus watchdog	Feldbuswatchdog hat angesprochen	0x1000
59	ERROR prg. input	Fehler über programmierbaren Eingang	0x1000
62	ERROR power unit changed	Leistungsteil gewechselt (de20 / de21)	0x1000
64	ERROR power unit type changed	Leistungsteiltyp geändert (de26 / de27)	0x1000
67	ERROR max acc/dec	Maximale Beschleunigung/Verzögerung überschritten	0x1000
75	ERROR phase failure	Versorgungsspannung Leistungsteil fehlt	0x1000
92	ERROR encoder A	Fehler Geber A	0x1000
93	ERROR encoder B	Fehler Geber B	0x1000
96	ERROR encoder missing	In einem Mode, der einen Geber erfordert, wird kein Geber gefunden	0x1000

Für folgende Fehler kann das Verhalten programmiert werden:

Index	Id-Text	Name	mögliche Fehlerreaktion		
			Fault	Rampe	Ignore
0x2A04	pn04	ERROR OL stop mode	x*	x	
0x2A06	pn06	ERROR OL2 stop mode	x*		
0x2A08	pn08	ERROR OH stop mode	x*	x	
0x2A0A	pn10	ERROR OHI stop mode	x*	x	x
0x2A0C	pn12	ERROR dOH stop mode	x*	x	x
0x2A10	pn16	ERROR OH2 stop mode	x*	x	x
0x2A14	pn20	ERROR SW-switch stop mode	x	x	x*
0x2A16	pn22	ERROR fb watchdog stop mode			x*
0x2A1B	pn27	ERROR overspeed stop mode	x*		
0x2A1D	pn29	prg. error stop. mode	x	x	x*
0x2A22	pn34	ERROR encoder A stop mode	x*		x
0x2A23	pn35	ERROR encoder B stop mode	x		x*
0x2A25	pn37	ERROR max acc/dec level	x		x*
0x2A28	pn40	ERROR speed diff	x	x	x*

***** = Defaultwert

Kapitel Warnungen
Die Parameter ru02 warning bits und pn28 warning mask sind um Bit 7 erweitert:

ru02	warning bits	**0x2C02**
pn28	warning mask	**0x2A1C**

Bit	Name	Bemerkung
0	OL warning	Warnlevel Überlast überschritten
1	OL2 warning	Warnlevel Überlast Leistungshalbleiter überschritten
2	OH warning	Warnlevel Kühlkörpertemperatur überschritten
3	OHI warning	Warnlevel Geräteinnentemperatur überschritten
4	dOH warning	Warnlevel Motortemperatur überschritten
5	OH2 warning	Warnlevel Motorschutzschalter überschritten
6	watchdog warning	Watchdogzeit abgelaufen
7	ENC warning	Encoderinterface meldet Fehler
8…15	-	reserviert

Kapitel Schutzfunktionen
Kapitel Überlast Leistungshalbleiter (OL2)
Nennschaltfrequenz de33 ist 2 kHz, maximale Schaltfrequenz de34 ist 4 kHz.

Kapitel Übertemperatur Kühlkörper (OH)

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3411	pu17	power module temperature	Anzeige der Kühlkörpertemperatur

Kapitel Übertemperatur Gerät (OHI)

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3414	pu20	internal temperature	Anzeige der Innenraumtemperatur

Kapitel Übertemperatur Motor (dOH)

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3412	Pu18	motor temperature	Anzeige der Motortemperatur

Kapitel Feldbuswatchdog
Der Feldbuswatchdog kann nur als Warnung konfiguriert oder abgeschaltet werden. Ist die Warnung aktiv, wird vom Antrieb selbstständig eine Notfahrt ausgelöst (s. Kapitel Notfahrt).

9.1.2.1 Schutzfunktion Encoder Überwachung

Mit Hilfe der Funktion Encoder Überwachung kann der Antrieb unabhängig von der Steuerung stillgesetzt werden, wenn die Drehzahlerfassung ausfällt.
Die Funktion kann über folgende Objekte parametriert werden:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2A22	pn34	E. encoder A stop mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel Fehler)
0x2A23	pn35	E. encoder B stop mode	Fehlerreaktion (siehe auch Kapitel Fehler)
0x2C02	ru02	warning state	Anzeige der Warnungen bitcodiert (siehe Warnungen)
0x2A1C	pn28	warning mask	Maske für Warnungsbit im Statuswort (siehe Warnungen)

Ist ein Geber für den entsprechenden Kanal eingestellt (ec16 encoder type bzw. ec16 encoder type B ungleich 0), wird die Warnung ausgelöst, sobald die Drehzahlerfassung nicht mehr fehlerfrei möglich ist, d.h. das Geberinterface einen Fehler meldet.

9.1.3 Betriebsarten

Die Betriebsart Notfahrt wird in einem separaten Kapitel beschrieben.

9.1.4 Kapitel Synchronisation

Die Synchronisation erfolgt beim P6 auf ein Synchronisationssignal der SPS. Abgesehen davon ist die Funktion identisch.

9.2 Unterschiede im Kapitel Motor Control

9.2.1 Kapitel Drehzahlerfassung

Die Drehzahlerfassung ist in einem separaten Kapitel komplett neu beschrieben, da sie sich vom H6 Achsmodul sehr stark unterscheidet.

9.2.2 Kapitel Motorparametrierung

Die Parametrierung des DC-Motors ist in einem separaten Kapitel beschrieben.

9.3 Unterschiede im Kapitel I/O-Funktionen

9.3.1 Digitale Eingänge

Kapitel Übersicht
Das P6 hat folgende digitale Eingänge:

Anzahl	Beschreibung
16	Digitale Eingänge auf der Klemmleiste des Controlboards (DI0…DI15) DI0 dient als Reglerfreigabe

Unterschiede im Kapitel I/O-Funktionen

Kapitel Klemmenstatus, Invertierung des Status der digitalen Eingänge und externe Vorgabe des Eingangsstatus

Die Bits der Parameter ru18, ru41, di00 und di02 haben die folgende Bedeutung:

ru18	dig. input state			0x2C12
ru41	dig. input terminal state			0x2C29
di00	dig. input logic			0x3200
di02	dig. input ext. src			0x3202
Bit	Wert	Name	Funktion	
0	1	DI0	di00, di02: no function	
1	2	DI1		
2	4	DI2		
3	8	DI3		
4	16	DI4		
5	32	DI5		
6	64	DI6		
7	128	DI7		
8	256	DI8		
9	512	DI9		
10	1024	DI10		
11	2048	DI11		
12	4096	DI12		
13	8192	DI13		
14	16384	DI14		
15	32768	DI15		

Kapitel Auswahl der Eingangsquelle

Die Bits des Parameters di01 haben die folgende Bedeutung:

di01	dig. input src. sel.			0x3201
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Funktion
0…1 2…3 4…5 6…7 8…9 10…11 12…13 14…15 16…17 18…19 20…21 22…23 24…25 26…27 28…29 30…31	DI0 source DI1 source DI2 source DI3 source DI4 source DI5 source DI6 source DI7 source DI8 source DI9 source DI10 source DI11 source DI12 source DI13 source DI14 source DI15 source	0	term.	Eingangsstatus wird von der Klemmleise übernommen
		1	On (1)	Eingangsstatus ist 1
		2	Off (0)	Eingangsstatus ist 0
		3	ext. src.	Eingangsstatus wird aus di02 ermittelt

Kapitel Time Stamp Function

Diese Funktion ist im P6 nicht verfügbar.

9.3.2 Digitale Ausgänge

Kapitel Übersicht
Das P6 hat folgende digitale Ausgänge:

Anzahl	Beschreibung	Bemerkungen
9	Klemmleiste des Controlboards (DO0…DO8)	
4	Software Ausgänge (OA…OD)	Virtuelle digitale Ausgänge

Die Hardware-Ausgänge DO0…DO8 werden von der SPS angesteuert, es wird nur der Status in ru20 angezeigt.

Kapitel interne digitale Ausgänge, Externe Vorgabe des Ausgangsstatus und Invertierung des Status der digitalen Ausgänge
Die Parameter ru19, do10 und do11 enthalten nur die Bits für die virtuellen Digitalausgänge:

ru19	internal output state			0x2C13
do10	dig. output ext. source			0x260A
do11	dig. output logic			0x260B
Bit	Wert	Name	Funktion	
0	1	DOA	Virtueller Ausgang	
1	2	DOB	Virtueller Ausgang	
2	4	DOC	Virtueller Ausgang	
3	8	DOD	Virtueller Ausgang	
4…15			reserviert	

Die Bits des Parameters ru20 dig. output state haben die folgende Bedeutung:

ru20	dig. output state			0x2C14
Bit	Wert	Name	Funktion	
0	1	DO0		
1	2	DO1		
2	4	DO2		
3	8	DO3		
4	16	DO4		
5	32	DO5		
6	64	DO6		
7	128	DO7		
8	256	DO8		
9	512	DOA	Virtueller Ausgang	
10	1024	DOB	Virtueller Ausgang	
11	2048	DOC	Virtueller Ausgang	
12	4096	DOD	Virtueller Ausgang	
13…15			reserviert	

Kapitel Auswahl der Quelle für die digitalen Ausgänge
Auch dieser Parameter bedient nur die virtuellen Ausgänge:

do12	dig. output src. sel.			0x260C
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Funktion
0…1	DOA source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komparatorstufe übernommen
		1	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		2	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		3	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
2…3	DOB source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komparatorstufe übernommen
		4	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		8	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		12	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
4…5	DOC source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komparatorstufe übernommen
		16	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		32	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		48	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
6…7	DOD source	0	flags	Ausgangsstatus wird aus der Komparatorstufe übernommen
		64	On (1)	Ausgangsstatus ist 1
		128	Off (0)	Ausgangsstatus ist 0
		192	ext. src.	Ausgangsstatus wird aus do10 übernommen
8…31				reserviert

Kapitel Bildung der internen Ausgänge aus den Flags
Im P6 sind die folgenden Parameter vorhanden:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2618	do24	select flag DOA	Auswahl der Flags für virtuellen Ausgang DOA
0x2619	do25	select flag DOB	Auswahl der Flags für virtuellen Ausgang DOB
0x261A	do26	select flag DOC	Auswahl der Flags für virtuellen Ausgang DOC
0x261B	do27	select flag DOD	Auswahl der Flags für virtuellen Ausgang DOD

9.3.3 Analoge Eingänge

Beschreibung in einem separaten Kapitel

9.4 Unterschiede im Kapitel Kommunikationsfunktionen

Die Kommunikation mit dem Drive-Controller wird über die SPS durchgeführt. Prozessdaten werden direkt von der SPS bearbeitet, Anfragen von z.B. Combivis werden weitergeleitet. Da es keinen direkten Ethercat-Anschluss an den Drive-Controller gibt, entfallen alle Ethercat-Funktionen.

9.4.1 Prozessdaten

Die SPS auf der P6-Steuerung nutzt einen gerätespezifischen Prozessdatenkanal zum Drive-Controller.
Zur Konfiguration werden die KEB-Parameter fb00 … fb09 genutzt.
Die CanOpen-Objekte gibt es beim P6 nicht.

9.4.2 Parametrierdaten

Die Parametrierdaten-Anfragen werden von der SPS über den gerätespezifischen Parametrierkanal zum Drive-Controller weitergeleitet.

9.5 Notfahrt

Die Notfahrt dient dazu, die Rotorblätter der Windkraftanlage bei Störungen sicher aus dem Wind zu drehen. Dies ist insbesondere bei Unterbrechung der Kommunikation zwischen SPS und Drive-Controller oder Ausfall der Drehzahlerfassung besonders wichtig.

9.5.1 Parameter

Mit den folgenden Parametern wird die Notfahrt konfiguriert:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2540	co64	emergency run dig. input	Eingangsauswahl Start der Notfahrt
0x2541	co65	emergency run ctrlword mask	Bitmaske zur Auswahl eines Bits in co00 für die Funktion Start der Notfahrt
0x2542	co66	emergency run end dig. input	Eingangsauswahl Beenden der Notfahrt
0x2543	co67	emergency run ref velocity	Solldrehzahl während Notfahrt
0x2544	co68	emergency run max. time	Maximalzeit der Notfahrt
0x2545	co69	emergency run acc for [s-2]	max. Beschleunigung bei pos. Drehzahl
0x2546	co70	emergency run dec for [s-2]	max. Verzögerung bei pos. Drehzahl
0x2547	co71	emergency run acc rev [s-2]	max. Beschleunigung bei neg. Drehzahl
0x2548	co72	emergency run acc rev [s-2]	max. Verzögerung bei neg. Drehzahl
0x2549	co73	emergency run for acc jerk ls [s-3]	max. Ruck bei Beschleunigung und pos. Drehzahl (Start)
0x254A	co74	emergency run for acc jerk hs [s-3]	max. Ruck bei Beschleunigung und pos. Drehzahl (Ende)
0x254B	co75	emergency run for dec jerk hs [s-3]	max. Ruck bei Verzögerung und pos. Drehzahl (Start)
0x254C	co76	emergency run for dec jerk ls [s-3]	max. Ruck bei Verzögerung und pos. Drehzahl (Ende)
0x254D	co77	emergency run rev acc jerk ls [s-3]	max. Ruck bei Beschleunigung und neg. Drehzahl (Start)
0x254E	co78	emergency run rev acc jerk hs [s-3]	max. Ruck bei Beschleunigung und neg. Drehzahl (Ende)
0x254F	co79	emergency run rev dec jerk hs [s-3]	max. Ruck bei Verzögerung und neg. Drehzahl (Start)
0x2550	co80	emergency run rev dec jerk ls [s-3]	max. Ruck bei Verzögerung und neg. Drehzahl (Ende)
0x2551	co81	emergency run ramp mode	Rampenmodus (S-Kurven, etc..)

Die folgenden Statusparameter werden von der Notfahrt genutzt:

st02	state machine display	0x2102
Wert	Status	Bemerkung
-1	Emergency run	Notfahrt
0 … 10		Diese Werte haben dieselbe Bedeutung wie in co01 modes of operation, s. Kapitel Betriebsarten

st05	emergency run status			0x2105
Bit	Funktion	Wert	Klartext	Bemerkung
0...2	status	0	idle	Keine Notfahrt
		1	active	Notfahrt aktiv: Antrieb fährt mit Solldrehzahl
		2	finished	Notfahrt beendet: Antrieb verzögert zum Stillstand / Warten im Stillstand auf Deaktivierung der Auslösebedingungen
3	request status	0	request inactive	Keine Auslösebedingung aktiv
		8	request active	Auslösebedingung aktiv

9.5.2 Funktion

Auslösen der Notfahrt
Die Notfahrt wird ausgelöst, wenn eins der folgenden Ereignisse eintritt:

- Ein ausgewählter Eingang aus co64 emergency run dig. input wird aktiv
- Das mit co65 emergency run ctrlword mask ausgewählte Bit im Steuerwort wird gesetzt
- Der Feldbus-Watchdog meldet eine Warnung, d.h. pn22 E.fb watchdog stop mode = warning und pn21 fieldbus watchdog time ist abgelaufen

Ausnahme: Die Notfahrt startet nicht sofort, wenn co68 emergency run max. time = 0. Wenn eine Auslösebedingung aktiv ist, startet die Notfahrt, sobald ein Wert ungleich 0 in co68 geschrieben wird.

Ablauf der Notfahrt
Ist die Notfahrt gestartet, tritt der folgende Ablauf ein:

- Deaktivierung der Prozessdatenkommunikation
- Selbstständiger Wechsel in den Status „operation enabled“
- Beschleunigung/Verzögerung mit den Notfahrt Rampenparametern (co69 … co81) auf die Solldrehzahl co67 emergency run ref velocity
- Verzögerung zum Stillstand bei den folgenden Ereignissen:
  - Ein ausgewählter Eingang aus co66 emergency run end dig. input wird aktiv
  - Ablauf der maximalen Notfahrtzeit co68 emergency run max. time

Beenden der Notfahrt
Die Notfahrt wird beendet, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Der Stillstand ist erreicht

- Kein ausgewählter Eingang aus co64 emergency run dig. input ist aktiv
- Das mit co65 emergency run ctrlword mask ausgewählte Bit im Steuerwort ist nicht gesetzt
- Die Prozessdatenkommunikation wurde von der SPS wieder aktiviert und läuft

Sind alle diese Bedingungen erfüllt, verlässt der Antrieb die Notfahrt und kann wieder wie gewohnt betrieben werden.

9.6 Drehzahlerfassung

In der ec – Gruppe sind die Parameter zu Einstellung der Drehzahlerfassung über das Geberinterface zu finden. Außerdem sind in dieser Gruppe auch Statusparameter enthalten.

9.6.1 Statusparameter des Geberinterface und des Gebers

In ec00 status encoder interface wird der Status der Geberschnittstelle angezeigt:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2800	ec00	status encoder interface	Stellt den aktuellen Status der Geberschnittstelle 1 dar
0x4800	ec00	status encoder interface B	Stellt den aktuellen Status der Geberschnittstelle 2 dar

ec00	status encoder interface			0x2800, 0x4800
Wert	Name	Funktion	Lage / Drehzahl	Parameter
0	undefined state	undefinierter Status	-	-
2	wait for encoder type	Warten auf Schreibzugriff auf Gebertyp		-
3	encoder depend init	geberabhängige Initialisierung	ungültig	-
7	initialisation finished	Initialisierung abgeschlossen	ungültig	-
8	wait for end of init	warte auf Ende der Initialisierung	ungültig	-
9	position value ok	Betrieb	gültig	-
14	error encoder	Fehler Geber	gültig	ec01

In ec01 error encoder interface wird der Fehlerstatus des Geberinterface angezeigt. Der Wert ist 0, wenn kein Fehler vorliegt und ungleich 0, wenn ec00 im Status Fehler Geber (14) ist.
Die Parameter ec02 warning encoder interface, ec18 error encoder und ec19 warning encoder sind im P6 ungenutzt, sie haben den Wert 0.
Die einzelnen Werte der o.g. Statusparameter werden am Ende des Kapitels beschrieben.

9.6.2 Vorgabe Gebertyp

Der Gebertyp wird in ec16 encoder type eingestellt.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2810	ec16	encoder type	Dient zur Einstellung des verwendeten Gebers an Kanal 1
0x4810	ec16	encoder type B	Dient zur Einstellung des verwendeten Gebers an Kanal 2

Folgende Gebertypen sind in ec16 definiert:

ec16	encoder type	0x2810, 0x4810
Wert	Gebertyp	
0	Kein Geber angeschlossen	
1	TTL ohne Nullsignal	
2	TTL mit Nullsignal	
8	SSI (nur Kanal 2)	
9	Resolver (nur Kanal 1)	

9.6.3 Anzeige erkannter Gebertyp

In ec17 detected encoder type wird der vom Geberinterface erkannte Gebertyp angezeigt:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2811	ec17	detected encoder type	Anzeige des erkannten Gebertyps an Kanal 1
0x4811	ec17	detected encoder type B	Anzeige des erkannten Gebertyps an Kanal 2

Folgende Gebertypen sind in ec17 definiert:

ec17	detected encoder type	0x2811, 0x4811
Wert	erkannter Gebertyp	Einstellung ec16
0	Kein Geber erkannt	0
3	TTL ohne Nullsignal	1
4	TTL mit Nullsignal	2
10	SSI	8
11	Resolver	9

9.6.4 Umschaltung der Spannungsversorgung für Kanal 1

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x280F	ec15	encoder power supply	Umschaltung Spannungsausgang Kanal 1

Der Parameter ec15 schaltet zwischen den folgenden Versorgungsspannungen um:

ec15	encoder power supply	0x280F
Wert	Versorgungsspannung	
0	5V	
1	24V	

9.6.5 Parameter für die Gebereinstellung

Wertebereich für ganze Umdrehungen ec28
Dieser Parameter hat bisher keine Funktion.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x281C	ec28	revolution range	Festlegen des Wertebereiches für ganze Umdrehungen Kanal 1
0x481C	ec28	revolution range B	Festlegen des Wertebereiches für ganze Umdrehungen Kanal 2

Geberstrichzahl ec29

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x281D	ec29	inc per revolution	Anzahl der Inkremente pro Umdrehung Kanal 1
0x481D	ec29	nc per revolution B	Anzahl der Inkremente pro Umdrehung Kanal 2

Mit diesem Parameter wird die Geberstrichzahl des angeschlossenen Gebers eingestellt und ist nur notwendig bei TTL-Gebern (ec16 = 1 .. 2).

Getriebefaktor ec24, ec25

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2818	ec24	gear numerator	Getriebefaktor Zähler Kanal 1
0x2819	ec25	gear denominator	Getriebefaktor Nenner Kanal 1
0x4818	ec24	gear numerator B	Getriebefaktor Zähler Kanal 2
0x4819	ec25	gear denominator B	Getriebefaktor Nenner Kanal 2

Drehzahlabtastzeit ec26
Dieser Parameter bestimmt die Zeit, über die der Drehzahlmittelwert gebildet wird.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x281A	ec26	speed scan time	Abtastzeit und Mittelwertfilterung Kanal 1
0x481A	ec26	speed scan time B	Abtastzeit und Mittelwertfilterung Kanal 2

ec26	speed scan time	**0x281A, 0x481A**
Wert	Drehzahlabtastzeit	
0	62,5 us	
1	125 us	
2	250 us	
3	500 us (Werkseinstellung)	
4	1 ms	
5	2 ms	
6	4 ms	
7	8 ms	

Drehzahlfilter ec27

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x281B	ec27	speed PT1-time	Filterzeit des PT1-Filters Kanal 1
0x481B	ec27	speed PT1-time B	Filterzeit des PT1-Filters Kanal 2

Mit diesem Parameter wird die Filterzeit des PT1-Filters für die Drehzahlberechnung eingestellt. Der Wertebereich ist 0,000 ... 256,000 ms, Werkseinstellung: 4,000 ms.

Modus Lageberechnung ec35

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2823	ec35	pos. calc. mode	Legt den Modus zur Lageberechnung von Kanal 1 fest
0x4823	ec35	pos. calc. Mode B	Legt den Modus zur Lageberechnung von Kanal 2 fest.

Dieser Parameter ist bitcodiert:

ec35	pos. calc mode		**0x2823, 0x4823**
Bit	Name	Wert	Funktion
0	reserved	0…1	
1	Drehsinn von Lage und Drehzahl	0	nicht invertiert
		2	invertiert

SSI Singleturn Auflösung ec40

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x4828	ec40	SSI singleturn res. B	Stellt die Singleturn Auflösung in Bit ein (Kanal 2)

SSI Multiturn Auflösung ec41

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x4829	ec41	SSI multiturn res. B	Stellt die Multiturn Auflösung in Bit ein (Kanal 2)

SSI Datenformat ec42

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x482A	ec42	SSI data format B	Auswahl des SSI Datenformats (Kanal 2)

Dies sind die Einstellmöglichkeiten:

ec42	SSI data format B		0x482A
Bit	Funktion	Wert	Klartext
0..1	SSI PFB mode	0	Power Fail Bit aus
		1	Power Fail Bit am Anfang der Daten
		2	Power Fail Bit am Ende der Daten
		3	reserviert
2	Parity check mode	0	Keine Paritätsprüfung
		4	Prüfung auf gerade Parität
3	Data format	0	Tannenbaum
		8	Seriell rechtsbündig
4	SSI data code	0	Binärcode
		16	Graycode

SSI Taktfrequenz ec43

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x482B	ec43	SSI clock freq. B	Auswahl der SSI Übertragungstaktfrequenz (Kanal 2)

Die folgenden Taktfrequenzen können gewählt werden:

ec43	SSI clock freq. B	0x482B
Wert	Taktfrequenz	
0	100 kHz	
1	500 kHz	
2	1 MHz	

Systemoffset (SM) ec23

Dieser Parameter wird im *Kapitel Motorparametrierung Unterkapitel Systemoffset* beschrieben.

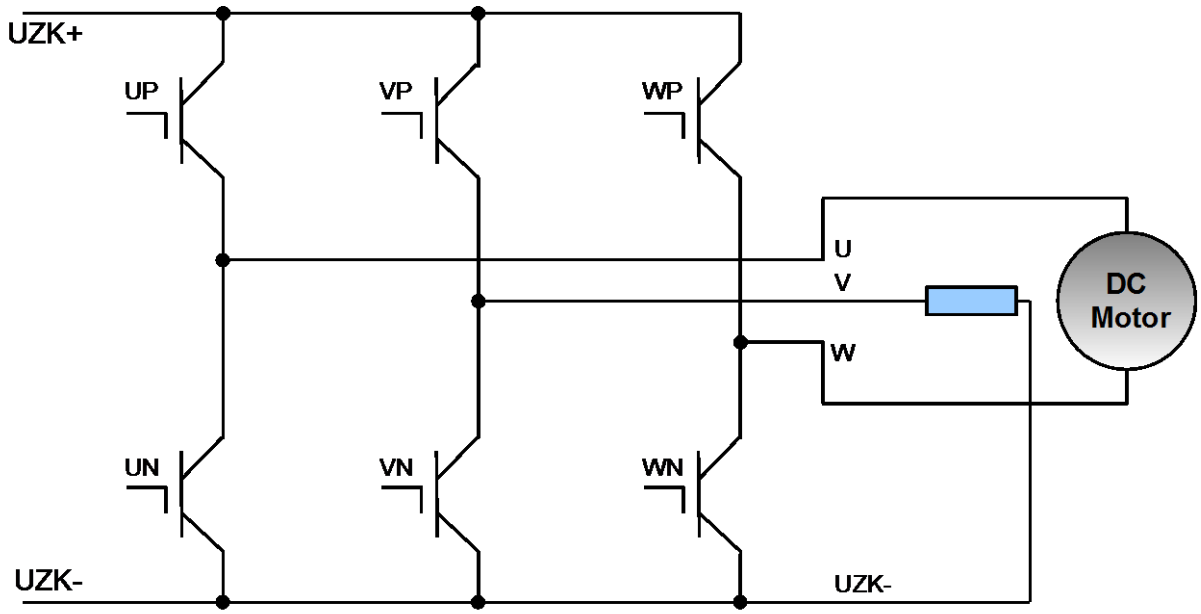
9.6.6 Fehlermeldungen

ec01	error encoder interface	0x2801, 0x4801
Wert	Name	Bemerkung
	allgemeine Fehler	
26	shortcut at 5V supply	Kurzschluss der 5V Spannungsversorgung
	SSI-Geber	
108	SSI: parity err	Paritätsbit ist falsch, falls Prüfung aktiviert ist
109	SSI: enc err bit	Geber hat Fehlerbit gesendet, falls Prüfung aktiviert ist
110	SSI: invalid data	SSI-Daten sind ungültig

TTL-Geber		
121	TTL: trace A error	Spur A ist defekt oder fehlt
122	TTL: trace B error	Spur B ist defekt oder fehlt
123	TTL: trace A or B error	Spur A und B sind defekt oder fehlen
125	TTL: no reference	Referenzsignal nicht erkannt worden (evtl. Strichzahl falsch)
Resolver		
151	Resolver: signal err	Ein oder beide Signale fehlerhaft

9.7 Betrieb mit DC-Motor

Der Betrieb eines DC-Motors ist zusammen mit einem P6 möglich.



Diese Betriebsart wird aktiviert durch dr00 = 2 : GSM .

9.7.1 Ströme ohne Transformation

Die gemessenen Ströme iu und iv werden direkt ohne Transformation in isq und isd kopiert.

isq = iu = Wirkstrom bzw. Ankerstrom
isd = iv = Magnetisierungsstrom

Da es sich jetzt um Gleichströme handelt wird die Stromerfassung intern um den Faktor Wurzel(2) korrigiert.

Der Ankerstrom ist somit direkt im Wirkstrom ru11 abgebildet, der Feldstrom ist direkt in ru12 abgebildet. Scheinstrom = Wirkstrom.

9.7.2 Neue Parameter

9.7.2.1 Istmoment ru24

Das Istmoment wird entsprechend für GSM anders berechnet.

Mi = P/ω P = Ankerspannung * Ankerstrom; ω = 2πn

Bei sehr kleinen Ankerspannungen bzw. Istdrehzahlen wird das Moment nur aus dem Ankerstrom und dem Nennmoment berechnet.

Die Sättigung wird nicht berücksichtigt.

9.7.2.2 Ausgangsspannung ru16

Die Ausgangsspannung (ru16 act. output voltage) wird nur noch durch die Usq Komponente (Ankerspannung) gebildet.
Der in ru16 angezeigte Wert musste um Wurzel(2) angehoben werden, da ja jetzt eine Gleichspannung ausgegeben wird. Der Wert wird mit Vorzeichen dargestellt.

9.7.2.3 Ankerspannung ru38

Die Ankerspannung (ru38 act. rotor voltage) wird ebenfalls mit Vorzeichen angezeigt.
Ankerspannung = Ausgangsspannung – Ankerstrom * Ruw.

Ruw ist der in dr17 eingestellte Widerstand zwischen den Klemmen U und W, also der Widerstand vom Anker und der Reihenschlusswicklung

9.7.2.4 Stromregler

ds00	KP current q-axis [V/A]	346,3999
ds01	Tn current q-axis	66,666 ms
ds02	KP current d-axis [V/A]	10000,0000
ds03	Tn current d-axis	20000,000 ms

Die Stromregler lassen sich getrennt einstellen. Der Stromregler für die Feldwicklung wird über die d-axis Parameter eingestellt In der Betriebsart für Gleichstrommotore werden die Stromregler nicht automatisch berechnet.

Beispiel für den Ankerkreis			Beispiel für die Feldwicklung		
dr15	SM inductance q-axis UV	6,000 mH	dr15 12000 mH		
dr16	SM inductance d-axis %	100,0 %			
dr17	stator resistance UV	1,7000 Ohm	dr17 200 Ohm		
ds00	KP current q-axis [V/A]	5,1959	ds02	KP current d-axis [V/A]	10400,0000
ds01	Tn current q-axis	3,529 ms	ds03	Tn current d-axis	60,000 ms

Die automatische Berechnung der Stromregler ist möglich, wenn man den dr00 motor type auf Synchron Motor verstellt.
Somit ist es möglich, die Daten für die Feldwicklung in dr15 und dr17 einzutragen und mit dr99 = 1 die Stromregler automatisch zu berechnen. Die Werte von ds00 und ds01 müssen dann manuell in ds02 und ds03 eingetragen werden.
Danach müssen in ds00 und ds01 wieder die korrekten Werte für die Ankerwicklung eingetragen werden.

9.7.2.5 ds65 Feldstrom

Über diesen Parameter kann direkt der Strom vorgegeben werden, der in die Feldwicklung eingeprägt werden soll.

9.7.2.6 ds66 isq Pt1-time

Der Wirkstrom kann hier für die Anzeige etwas gefiltert werden.
(Keine Auswirkung auf das Verhalten des Motors.)

9.7.2.7 ds67 isd Pt1-time

Da die Stromerfassung für das Feld die gleiche Auflösung wie der Ankerkreis besitzt ist es notwendig, den Feldstrom mit diesem zusätzlichen Pt1 Glied entsprechend zu filtern.
Es ist unbedingt notwendig den Stromoffsetabgleich mit de58 = 2 durchzuführen.

9.7.2.8 Feldschwächung

ds14	Umax regulation mode	0: off
ds15	KP Umax [%Irated/%U]	0,000
ds16	Ki Umax [%Irated/%U s]	0,800
ds17	Umax reference	97,0 %
ds18	max. modulation grade	100,0 %
ds19	Umax reg. limit	100,0 %

Feldschwächung ist möglich mit dem Maximalspannungsregler. Dazu wird die Spannung, ab der die Feldschwächung beginnen soll, mit ds.17 parametriert.
100% entspricht der aktuellen Zwischenkreisspannung. Übersteigt die Ausgangsspannung den Wert in ds17 wird der Feldstrom um den Wert in ds19 abgesenkt.
Achtung: 100% entsprechen dabei dem Motornennstrom dr03.

9.7.2.9 co05 encoder swapping

Einige Geber werden auf dem P6 nur auf einer der beiden Schnittstellen untersützt. Daher gibt es den co05 zum Softwaretausch der beiden Drehzahl- und Lageinformationen.

9.7.2.10 Betrieb ohne Geber mit Motormodell

Es existiert ein einfaches Motormodell mit dem der Betrieb des DC-Motors auch ohne Geber möglich ist. Zur Aktivierung muß cs00 auf 3:no encoder stehen.
Dabei wird die Istdrehzahl aus Ausgangsspannung und Ankerstrom berechnet.

Parametriert wir dieses Modell mit:

dr03	rated current	20,00 A
dr04	rated speed	1750,0000 1/min
dr05	rated voltage	310 V
dr15	SM inductance q-axis UV	6,000 mH
dr17	stator resistance UV	1,8000 Ohm
ds68	GSM est. speed time	4,000 ms

Automatische Feldschwächung ist in dieser Betriebsart nicht möglich. Es wird immer der in ds65 eingestellte Strom benutzt.

9.7.2.11 2 Schalter Modulation

Um die Störabstrahlung für DC-Motore zu verringern gibt es den is15. Wenn aktiviert bleibt je nach Vorzeichen der Ankerspannung ein Schalter einer Halbbrücke dauerhaft eingeschaltet, nur eine Halbbrücke schaltet. Die Frequenz des Stromrippels ist dann gleich der in is10 eingestellten Schaltfrequenz.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x350F	is15	two switch modulation	2 Schalter Modulation für DC-Motore

9.7.3 Einschränkungen für DC-Umrichter

9.7.3.1 Spannungslimitierung

Die Verluste im IGBT steigen mit höherer Ausgangspannug und mit höherem Strom.
Bei DC-Betrieb ist die Belastung der Endstufen höher als im AC-Betrieb.
Daher ist abhängig vom Ankerstrom die maximale Ausgangsspannung limitiert.

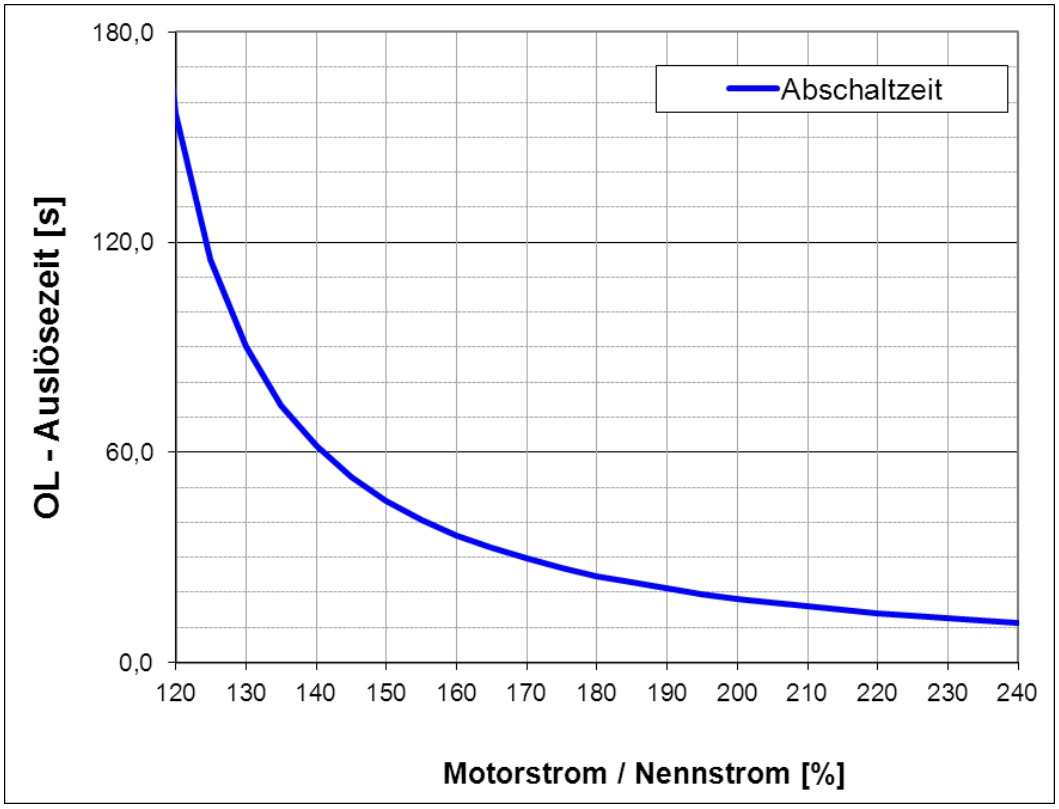
Beispiel 19er DC-Gerät:

Strom		maximale Ausgangsspannung
230% Inenn	119,6 A	300 V DC
130% Inenn	67,6 A	800 V DC

Die maximale Ausgangsspannung ändert sich linear mit dem Strom.

9.7.3.2 Überlastverhalten

Im DC-Betrieb ist die OL2 Funktion nicht wirksam.
Stattdessen ist eine OL-Funktion mit kürzeren Abschaltzeiten als im AC Betrieb implementiert:



9.8 Analoge Eingänge

Die Analogeingänge sind konfigurierbar als Spannungseingänge (+/-10 V) oder Stromeingänge (+/-20 mA, 4…20 mA).
Mit an00 AI0 interface selection und an10 AI1 interface selection wird diese Einstellung vorgenommen:

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3300	an00	AI0 interface selection	Legt den Modus zur Lageberechnung von Kanal 1 fest
0x330A	an10	AI1 interface selection	Legt den Modus zur Lageberechnung von Kanal 2 fest.

Dies sind die Einstellmöglichkeiten:

an00	AI0 interface selection	**0x3300**
an10	AI1 interface selection	**0x330A**
Wert	Konfiguration	
0	+/- 10 V	
1	+/- 20 mA	
2	4 … 20 mA	

Angezeigt werden die analogen Eingangswerte in ru48 AI0 value display und ru49 AI1 value display. Bezugswert ist 10 V bzw. 20 mA.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x2C30	ru48	AI0 value display	Anzeige des analogen Eingangswertes AI0 in %
0x2C31	ru49	AI1 value display	Anzeige des analogen Eingangswertes AI0 in %

9.9 Parameter des Leistungsteils

9.9.1 Status- und Steuerwort

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3400	pu00	power unit control word	Steuerwort
0x3401	pu01	power unit status word	Statuswort

Die Bits in pu00 power unit control word haben folgende Bedeutung:

pu00	power unit control word			**0x3400**
Bit	Name	Wert	Bemerkung	
0	Innenraumlüfter	0	Aus	
		1	An	
1	Kühlkörperlüfter	0	Aus	
		2	An	
2 … 3	reserviert			
4	Anforderung schnelle Vorladung	0	Abbruch	
		16	Anforderung	
5	Batterieladung aktivieren	0	Nicht aktivieren	
		32	Aktivieren	
6	Thyristoren sperren	0	Nicht sperren	Wert 64 sperrt die Thyristoren unabhängig von der automatischen Ansteuerung des Antriebs.
		64	Sperren	
7	Vorladerelais ausschalten	0	Nicht ausschalten	
		128	Ausschalten	
8 … 15	reserviert			

Die Bits in pu01 power unit status word haben folgende Bedeutung:

pu01	power unit status word		0x3401
Bit	Name	Wert	Bemerkung
0	Status Innenraumlüfter	0	Kein Fehler
		1	Fehler
1	Status Kühlkörperlüfter	0	Kein Fehler
		2	Fehler
2 … 3	Status 24V Bremse	0	Kein Fehler
		4	Kabelbruch
		8	Kurzschluss
4 … 5	Status Hochvoltbremse	0	Kein Fehler
		16	Kabelbruch
		32	Kurzschluss
6	Status Thyristoren	0	Aus
		64	An
7	Status Vorladung	0	Aus
		128	An
8	Phasenfehler	0	Kein Phasenfehler
		256	Eine Phase-Phase-Spannung ist zu klein
9	Fehler Netzspannung	0	Kein Fehler
		512	Netzspannung ist zu klein
10	reserviert		
11	Status schnelle Vorladung	0	Nicht beendet
		2048	Beendet
12	Fehler schnelle Vorladung	0	Kein Fehler
		4096	Fehler
13 … 15	reserviert		

9.9.2 Ladeeinheit

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3402	pu02	batt.charging ref.volt.	Sollspannung Batterieladung (Aufl.: 0,1V)
0x3403	pu03	batt.charging act.volt.	Istspannung Batterieladung (Aufl.: 0,1V)
0x3404	pu04	BTM act.volt.	BTM Istspannung (Aufl.: 0,1V)
0x3405	pu05	batt.charging max.curr.	Maximalstrom Batterieladung (Aufl.: 0,001A)
0x3406	pu06	batt.charging act.curr.	Iststrom Batterieladung (Aufl.: 0,001A)
0x340B	pu11	batt. act.volt. adj.gain	Abgleichwerte Ladeeinheit Istspannungsmessung
0x340C	pu12	batt. act.volt. adj.offset	
0x340D	pu13	BTM act.volt. adj.gain	
0x340E	pu14	BTM act.volt. adj.offset	

9.9.3 Hochvoltbremse

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3407	pu07	HV brake ref. voltage	Sollspannung Hochvoltbremse (Aufl.: 0,1V)

0x3408	pu08	HV brake act. voltage	Istspannung Hochvoltbremse (Aufl.: 0,1V)
0x3409	pu09	HV brake max. current	Maximalstrom Hochvoltbremse (Aufl.: 1mA)
0x340A	pu10	HV brake act.curr.	Iststrom Hochvoltbremse (Aufl.: 1mA)

9.9.4 Überwachung der Netzspannung und Eingangsphasen

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x340F	pu15	mains warning level	Fehlerschwelle min. Netzspannung (Aufl.: 1V)
0x3410	pu16	phase warning level	Prozentuale Fehlerschwelle für Phasenfehler (Aufl.: 1%)

9.9.5 Anzeigeparameter

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3411	pu17	power module temperature	Anzeige der Kühlkörpertemperatur (Aufl.: 0,1°C)
0x3412	pu18	motor temperature	Anzeige der Motortemperatur (Aufl.: 0,1°C)
0x3413	pu19	charger module temperature	Anzeiger der Temperatur der Ladeeinheit (Aufl.: 0,1°C)
0x3414	pu20	internal temperature	Anzeige der Innenraumtemperatur (Aufl.: 0,1°C)
0x3416	pu22	motor temp. status word	Diagnose der Motortemperaturauswertung

9.9.6 Ansteuerung des Bremstransistors

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3430	pu48	braking transistor mode	Bremstransistor Modus
0x3431	pu49	braking transistor duty	Bremstransistor Aussteuerungsgrad
0x3432	pu50	braking transistor level	Bremstransistor Level

Die Werte von pu48 braking transistor mode haben die folgende Bedeutung:

pu48	braking transistor mode	**0x3430**
Wert	Funktion	
0	Bremstransitor ausgeschaltet	
1	PWM-Signal mit pu49 braking trnasistor duty als Aussteuerungsgrad	
2	Abhängig von pu50 braking transistor level: - ru14 act. Uic voltage < pu50 oder Modulation aus: Bremstransistor aus - ru14 act. Uic voltage > pu50 und Modulation an: Bremstransistor ein	

10 S6

10.1 Analoge Ausgänge

Auf dem S6 gibt es einen Analogausgang der Signal von 0 … 10V ausgeben kann.

Index	Id-Text	Name	Funktion
0x3325	an37	ANOUT1 function	Auswahl des Objektes für Analogausgang
0x3326	an38	ANOUT1 value	Zell für direkte Ausgabe (an37=0)
0x3327	an39	ANOUT1 gain	Verstärkung
0x3328	an40	ANOUT1 offset X	Out = (value + offsX) * gain + offsY
0x3329	an41	ANOUT1 offset Y	

Die Werte von an37 haben die folgende Bedeutung:

an37	ANOUT1 function	**0x3325**
Wert	Funktion	Skalierung bei 10V
0	ANOUT1 value (an38)	100%
1	abs. set value dislay (ru05)	1000min^{-1}
2	abs. ramp out display (ru06)	1000min^{-1}
3	abs. actual value (ru08)	1000min^{-1}
4	abs. ref torque (ru23)	100%
5	abs. actual torque (ru24)	100%
6	apparent current (ru10)	10A
7	abs. active current (ru11)	10A
8	abs. demand position (st37)	2^{31}
9	abs. actual position (st33)	2^{31}
10	actual output voltage (ru16)	1000V
11	actual Uic voltage (ru14)	1000V
12	heatsink temperature (ru25)	100°C
13	motor temperature (ru28)	100°C

11 Sonstiges

11.1 Manueller Abgleich des Antriebs

	Der manuelle Abgleich ist nur eine Möglichkeit für den KEB-Service Mitarbeiter das Gerät abzugleichen, wenn es nicht in der Produktion voreingestellt wurde.

Jeder Änderung der Verstärkung/Offset muss mit schreiben auf de58 = 1 übernommen werden. Dies geschieht in dem LT-Download automatisch, der voreingestellte Wert in de58 muss gemerkt werden.

Die Freigabe am Sicherheitsmodul darf nicht gesetzt sein, um in de58 Werte <> 0 zu schreiben.

Die Abgleichwerte können durch Messung zweier Werte ermittelt werden:

Messung	Soll (x)	Ist (y)	Berechnung
1	x1	y1	M = (y1 – y2) / (x2 -x1) Gain = 1 / M Offset = y1 – (M*x1)
2	x2	y2	

11.2 Stromerfassung

Der Stromoffset hat Auswirkungen auf die Regelgüte. Hier ist es sinnvoll den Stromoffset einmalig zu ermitteln.
Die Verstärkung kann im Komplett-Gerät nur über die Messung des Scheinstromes bestimmt werden und somit werden alle Stromverstärkungen (u, v, w) gleich eingestellt. Der Fehler liegt bei kleiner 3%, somit muss das Messgerät diese Güte aufweisen.

	Steuerkarte		Leistungsteil
Verstärkung	de60-62	der Wert 16384 entspricht 1.00	nur über einen speziellen LT Download änderbar (de74-76)
Offset	de67-69	einmalig => de58=2 fortlaufend=> de58=3	nur über einen speziellen LT Download änderbar (de81-83)

11.3 Uic-Erfassung

	Steuerkarte		Leistungsteil
Verstärkung	de59	Wert 16384 entspricht 1.00	nur über einen speziellen LT Download änderbar (de73)
Offset	de66	die Anzeige erfolgt in Bit ADC Auflösung, nicht in Volt	nur über einen speziellen LT Download änderbar (de80)

12 **Änderungshistorie**

Kapitel	Änderung
3.1.2	Anmerkung zu „internal limit active“
3.2.2	Hinweis zur automatischen Bremsenansteuerung hervorgehoben
3.3.1	Fehlerbeschreibung erweitert
3.3.1.3	Beschreibung und Funktionsumfang von co61 erweitert neuen Parameter co62 hinzugefügt
3.3.2	Beschreibung ru03 warning state hinzugefügt
3.3.3.2.3	Beschreibung und Funktion is14 overload protection mode erweitert
3.3.3.4	Beschreibung OHI bei F6 in dieses Kapitel verschoben
3.3.3.13	neue Funktion Änderung der Unterspannungsschwelle hinzugefügt
3.3.3.14	Beschreibung Fehler Überdrehzahl hinzugefügt
3.3.3.15	Beschreibung Bremstransitor (GTR7)-Ansteuerung hinzugefügt
3.4.2	unteres Bild: falschen Parameter st04 entfernt
3.4.2.1	neuen Parameter vl21 target velocity high res hinzugefügt
3.4.7.2	Momenten-Vorsteuerwert wird jetzt in allen Spline-Einstellungen berechnet
3.5	Neue Funktionen zur Synchronisation (fb11 und fb12) hinzugefügt Erweiterun´g von EtherCAT auf EtherCAT / VARAN / CAN
4	Kapitel Anzeigenparameter hinzugefügt Real time clock, Betriebsstundenzähler, Fehlerzähler und –speicher in dieses Kapitel verschoben
5.1.4	Einstellung ec28 in Warnungshinweis verändert Hinweis zu kleinen Abtastzeitzeiten hinzugefügt Hinweis „Werkseinstellung“ entfernt, da unterschiedliche Softwareversionen unterschiedliche Werkseinstellungen beinhalten
5.1.5.1	Beschreibung ec01 / ec02 erweitert
5.1.6 5.1.7	neue Funktion „Daten im Geber speichern/Geber-Seriennummer“ hinzugefügt
5.2.2.1	Hinweis zu cs99 hinzugefügt
5.2.2.5	Kapitel „Schnell-Inbetriebnahme eines Asynchronmotors“ hinzugefügt
5.2.3.6	Beschreibung „Rotorlageerfassung im Betrieb bei SCL (hf injection)“ geändert
5.2.3.7	Schnellinbetriebnahme eines Synchronmotors hinzugefügt
5.2.9.3.2	Erweiterung fc00
5.2.9.1	Überdrehzahlschutz jetzt durch pn70 / 71 nicht mehr durch pn26
5.2.12.1	Beschreibung Berechnung der EMK war falsch
5.2.13	Bild hinzugefügt
5.2.14	cs00 erweitert

Kapitel	Änderung
5.2.19.2	Derating-Hochschalt-Verzugszeit hinzugefügt
5.3.4	Kapitel Drehzahlregleranpassung über Prozessdaten eingefügt
5.4	Hinweis auf Fehlerreaktions-Momentengrenze hinzugefügt
5.5.1.4	Kapitel „Überwachung der Wertebereiche“ hinzugefügt
6.1.1	verfügbare Eingänge F6 hinzugefügt Erweiterung der Parameterbeschreibung für digitale Eingänge
6.1.3	mögliche Eingänge H6 ergänzt
6.1.4	Hinweis di02 hinzugefügt
6.2	Übersicht digitale Ausgänge auf F6 erweitert
6.2.4	HInweis do10 hinzugefügt
6.2.6	Filterparameter in Übersichtsbild eingefügt
6.3	Beschreibung Analoge Eingänge F6 in das Kapitel IO Funktionen verschoben
7	Kapitel Kommunikationsfunktionen überarbeitet um Integration von VARAN und CAN zu ermöglichen
7.5	Kapitel Daten nichtflüchtig speichern überarbeitet

Karl E. Brinkmann GmbH
Försterweg 36-38 • D-32683 Barntrup
fon: +49 5263 401-116 • fax: +49 5263 401-116
net: www.keb.de • mail: info@keb.de

KEB Antriebstechnik Austria GmbH
Ritzstraße 8 • A-4614 Marchtrenk
fon: +43 7243 53586-0 • fax: +43 7243 53586-21
net: www.keb.at • mail: info@keb.at

KEB Antriebstechnik
Herenveld 2 • B-9500 Geraadsbergen
fon: +32 5443 7860 • fax: +32 5443 7898
mail: vb.belgien@keb.de

KEB Power Transmission Technology (Shanghai) Co.,Ltd.
No. 435 Qianpu Road, Chedun Town, Songjiang District,
CHN-Shanghai 201611, P.R. China
fon: +86 21 37746688 • fax: +86 21 37746600
net: www.keb.cn • mail: info@keb.cn

KEB Antriebstechnik Austria GmbH
Organizační složka
K. Weise 1675/5 • CZ-370 04 České Budějovice
fon: +420 387 699 111 • fax: +420 387 699 119
net: www.keb.cz • mail: info.keb@seznam.cz

KEB Antriebstechnik GmbH
Wildbacher Str. 5 • D–08289 Schneeberg
fon: +49 3772 67-0 • fax: +49 3772 67-281
mail: info@keb-drive.de

KEB España
C/ Mitjer, Nave 8 - Pol. Ind. LA MASIA
E-08798 Sant Cugat Sesgarrigues (Barcelona)
fon: +34 93 897 0268 • fax: +34 93 899 2035
mail: vb.espana@keb.de

Société Française KEB
Z.I. de la Croix St. Nicolas • 14, rue Gustave Eiffel
F-94510 LA QUEUE EN BRIE
fon: +33 1 49620101 • fax: +33 1 45767495
net: www.keb.fr • mail: info@keb.fr

KEB (UK) Ltd.
6 Chieftain Buisiness Park, Morris Close
Park Farm, Wellingborough GB-Northants, NN8 6 XF
fon: +44 1933 402220 • fax: +44 1933 400724
net: www.keb-uk.co.uk • mail: info@keb-uk.co.uk

KEB Italia S.r.l.
Via Newton, 2 • I-20019 Settimo Milanese (Milano)
fon: +39 02 33535311 • fax: +39 02 33500790
net: www.keb.it • mail: kebitalia@keb.it

KEB Japan Ltd.
15–16, 2–Chome, Takanawa Minato-ku
J–Tokyo 108-0074
fon: +81 33 445-8515 • fax: +81 33 445-8215
mail: info@keb.jp

KEB Korea Seoul
Room 1709, 415 Missy 2000
725 Su Seo Dong, Gang Nam Gu
ROK-135-757 Seoul/South Korea
fon: +82 2 6253 6771 • fax: +82 2 6253 6770
mail: vb.korea@keb.de

KEB RUS Ltd.
Lesnaya Str. House 30, Dzerzhinsky (MO)
RUS-140091 Moscow region
fon: +7 495 550 8367 • fax: +7 495 632 0217
net: www.keb.ru • mail: info@keb.ru

KEB Sverige
Box 265 (Bergavägen 19)
S-43093 Hälsö
fon: +46 31 961520 • fax: +46 31 961124
mail: vb.schweden@keb.de

KEB America, Inc.
5100 Valley Industrial Blvd. South
USA-Shakopee, MN 55379
fon: +1 952 224-1400 • fax: +1 952 224-1499
net: www.kebamerica.com • mail: info@kebamerica.com

More and newest addresses at http://www.keb.de

© KEB	
Mat.No.	00H6NDA-0013
Rev.	1B
Date	11/2012